

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

تمارين مقترحة

3AS U04 - Exercice 029

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

السنة الدراسية : 2016/2015

نص التمرين : (***)

- نعتبر في كل التمرين أن درجة الحرارة 25°C .
- الإيبوبروفين مستحضر دوائي يباع في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس مكتوب عليها 200 mg ، من خصائص هذا الدواء أنه مضاد للإلتهاب و مسكن للألام و مخفض للحرارة .
- التركيبية الكيميائية لهذا الدواء عبارة عن حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية المجملية $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$.
- نرمز للإيبوبروفين اختصارا بالرمز RCOOH و لأساسه المرافق بـ RCOO^- .
- I- لأجل تحديد ثابت التوازن للتحويل الكيميائي بين هذا الدواء و الماء ، أذبنا محتوى كيس منه في كمية من الماء فتحصلنا على محلول S_0 حجمه $V_0 = 100 \text{ mL}$ و تركيزه المولي C_0 ، حيث أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة 3.17 .
- 1- أثبت أن التركيز المولي C_0 مساوي بالتقريب 10^{-2} mol/L .
 - 2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفكك الإيبوبروفين في الماء .
 - 3- مثل جدول التقدم ، و اعتمادا عليه تأكد من أن الدواء هذا يتفكك جزيئات في الماء (تفكك غير تام) .
 - 4- أكتب عبارة Q_r كسر التفاعل لهذا التحول .

$$5- \text{ تأكد من أن عبارة كسر التفاعل عند التوازن هي : } Q_{rf} = \frac{x_{\max} \cdot \tau_f^2}{V_0 (1 - \tau_f)}$$

- حيث : τ_f نسبة التقدم النهائي ، x_{\max} التقدم الأعظمي .
- استنتج قيمة ثابت التوازن K الموافق للتحويل المدروس .
- II- للتحقق من صحة المعلومات المكتوبة على كيس الإيبوبروفين 200 mg ، نذيب محتوى الكيس في حجم $V_b = 60 \text{ mL}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 3.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ فنحصل على محلول S حجمه $V = V_b = 60 \text{ mL}$.
- 1- أكتب معادلة التفاعل للتحويل الحادث .
 - 2- بين أن كمية مادة شوارد HO^- الابتدائية في محلول هيدروكسيد الصوديوم أكبر من كمية مادة الحمض الابتدائية (نعتبر أن المعلومة المكتوبة الكيس صحيحة) .
 - 3- لأجل معرفة كمية مادة شوارد HO^- المتبقية في المحلول S في نهاية التحول السابق ، أخذنا حجما $V = 20 \text{ mL}$ من المحلول S و عايرناه بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ فكان حجم الحمض الذي سمح لنا بالحصول على نقطة التكافؤ هو $V_{aE} = 27.7 \text{ mL}$. نمذج التحول الحادث بين حمض كلور الهيدروجين و شوارد HO^- المتبقية بالتفاعل ذي المعادلة :



- أ- أوجد كمية مادة شوارد HO^- المتفاعلة عند حدوث التكافؤ .
- ب- استنتج كمية مادة شوارد HO^- المتبقية في المحلول (S) .
- ج- مثل جدول تقدم التفاعل الحادث بين شوارد H_3O^+ و حمض الإيبوبروفين RCOOH في المحلول (S) باعتبار كمية RCOOH الابتدائية مجهولة .

- د- إذا علمت أن شوارد HO^- هي المتفاعل المحد و أن التفاعل المذكور ثام ، أوجد التقدم النهائي x_f .
- هـ- أوجد كمية RCOOH الابتدائية التي قمنا بحلها و الموجودة في الكيس 200 mg من الإيبوبروفين .
- و- استنتج كتلة RCOOH الموجودة في الكيس . و بين إن كانت تتوافق مع ما هو مكتوب على الكيس ؟

حل التمرين

1-1 اثبات أن $C_0 \approx 10^{-2} \text{ mol/L}$

$$C_0 = \frac{n_0(C_3H_7O_2)}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m_0}{M \cdot V}$$

- $m_0 = 0,2 \text{ g}$ (اثنان كيس 200mg)
- $M = (3 \times 12) + (7 \times 1) + (2 \times 16) = 206 \text{ g/mol}$

$$C_0 = \frac{0,2}{206 \times 0,1} = 9,7 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \approx 10^{-2} \text{ mol/L}$$

2- معادلة التفاعل المنمذج لتفكك الايبوبروفين في الماء :



3- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$R\text{-COOH} + H_2O = R\text{-COO}^{-} + H_3O^{+}$			
البدائية	$x=0$	$n_0 = C_0 V$	زيادة	0	0
التفاعلية	x	$n_0 - x$	زيادة	x	x
نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	زيادة	x_f	x_f

التأكد من الدواء يتفكك جزئياً (احتمال غير كامل)

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

حساب C_f

منه جدول التقدم وباعتماد التفاعل كما ٢ :

$$n_0 - x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = C_0 V = 10^{-2} \times 0,1 = 10^{-3} \text{ mol}$$

لدينا $pH = 3,17$ في نهاية التفاعل ومنه :

$$[H_3O^{+}]_f = 10^{-3,17} = 6,76 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

ومن جهة اخرى واعتماداً على جدول التقدم يكون :

$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow x_f = [H_3O^+]_f V = 6.76 \times 10^{-4} \times 0.1 = 6.76 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

اذن

$$T_f = \frac{6.76 \times 10^{-5}}{10^{-3}} = 6.76 \times 10^{-2} \quad (6.76\%)$$

نلاحظ $T_f < 1$ اذن التفاعل غير تام و عليه الحمض يبقو
حزيبات في الماء .

4- عيار كير التفاعل :

$$Q_r = \frac{[R\text{-COO}^-][H_3O^+]}{[R\text{-COOH}]}$$

لدينا :

$$Q_r = \frac{x_{\text{max}} \cdot T_f^2}{V_0(1-T_f)} \quad \text{5- التاكيد من العيار}$$

من عيار Q_r السابقة وعند نهاية التفاعل (التوازن) نكتب :

$$Q_{rf} = \frac{[R\text{-COO}^-]_f [H_3O^+]_f}{[R\text{-COOH}]_f}$$

لدينا ايضا :

$$T_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} \rightarrow x_f = x_{\text{max}} T_f$$

و بلا صناد على جدول التقيم يمكن كتابة :

$$\bullet [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V_0} = \frac{x_{\text{max}} T_f}{V_0}$$

$$\bullet [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{x_{\text{max}} T_f}{V_0}$$

$$\bullet [CH_3COOH]_f = \frac{CV_0 - x_f}{V_0} = \frac{CV_0 - x_{\text{max}} T_f}{V_0}$$

كما حسب وجدنا :

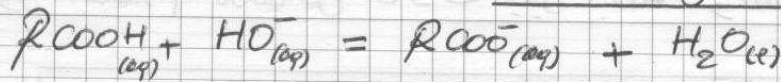
$$x_{\text{max}} = CV_0 \rightarrow C = \frac{x_{\text{max}}}{V_0}$$

$$[CH_3COOH]_f = \frac{\frac{x_{\text{max}} \cdot V_0}{V_0} - \frac{x_{\text{max}} T_f}{V_0}}{V_0} = \frac{x_{\text{max}}(1-T_f)}{V_0}$$

بالتعويض في عبارة Q_{rf} :

$$Q_{rf} = \frac{\frac{x_{\text{max}} T_f}{V_0} \times \frac{x_{\text{max}} T_f}{V_0}}{\frac{x_{\text{max}}(1-T_f)}{V_0}} \rightarrow Q_{rf} = \frac{x_{\text{max}} T_f^2}{V_0(1-T_f)}$$

II- معادلة التفاعل الحادث ؟

2- اثبات أن $n_0(\text{HO}^-) \neq n_0(R\text{COOH})$

$$n_0(R\text{COOH}) = \frac{m_0(R\text{COOH})}{M} = \frac{0,2}{206} = 9,7 \times 10^{-4} \approx 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(\text{HO}^-) = C_b V_b = 3 \cdot 10^{-2} \times 0,06 = 1,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

لاحظنا : $n_0(\text{HO}^-) \neq n_0(R\text{COOH})$.

3- م- كمية HO^- المتفاعلة عند حدوث التساوي 2

من معادلة التفاعل المتبجح للمعايرة واعتمادا على خاصية التساوي نكتب :

$$n_0(\text{HO}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$n_0(\text{HO}^-) = C_a V_{ae} = 10^{-2} \times 27,7 \times 10^{-3} = 2,77 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

وهي كمية مادة HO^- في العينة التي قمنا بمعايرتها .

د- كمية HO^- المتبقية في المحلول (S) :

بما أن العينة التي قمنا بمعايرتها وذات الحجم $V = 20 \text{ mL}$ ، أخذت من المحلول (S) ذو الحجم $V = 60 \text{ mL}$ ، فإن تركيز HO^- المتفاعلة عند التساوي في العينة المعيارية يكون مساوي لتركيز HO^- المتبقية من التفاعل بين HO^- و $R\text{COOH}$ في المحلول (S) أي :

$$[\text{HO}^-]_{(S)} = [\text{HO}^-]_0$$

$$\frac{n_{(S)}(\text{HO}^-)}{60 \times 10^{-3}} = \frac{n_0(\text{HO}^-)}{20 \times 10^{-3}} \rightarrow n_{(S)}(\text{HO}^-) = \frac{60 \times 10^{-3} \times n_0(\text{HO}^-)}{20 \times 10^{-3}}$$

$$n_{(S)}(\text{HO}^-) = \frac{60 \times 10^{-3} \times 2,77 \times 10^{-4}}{20 \times 10^{-3}} = 8,1 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

ج- جدول التقدم للتفاعل الحادث بين HO^- و RcoOH في المحلول (س)

الحالة	التقدم	$\text{RcoOH} + \text{HO}^- = \text{RcoO}^- + \text{H}_2\text{O}$			
مبدئية	$x=0$	n_0	$1,8 \times 10^3$	0	زيادة
انتقالية	x	$n_0 - x$	$1,8 \times 10^3 - x$	x	زيادة
نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	$1,8 \times 10^3 - x_f$	x_f	زيادة

د- التقدم النهائي x_f

وعدنا سابقاً أن كمية مادة HO^- المتبقية في المحلول (س) هي $n(\text{HO}^-) = 8,1 \times 10^4 \text{ mol}$ واعتماداً على جدول التقدم يكون:

$$1,8 \times 10^3 - x_f = 8,1 \times 10^4 \rightarrow x_f = 1,8 \times 10^3 - 8,1 \times 10^4$$

$$x_f \approx 10^3 \text{ mol}$$

هـ- كمية RcoOH التي قمنا بحلها والعجوبة في الكيس:

بما أن HO^- تَبَقَّتْ في التفاعل السابقة وأن التفاعل تام فحتماً كمية الحمض RcoOH انجرفت كلياً لذا يكون:

$$n_0(\text{RcoOH}) - x_f = 0 \rightarrow n_0(\text{RcoOH}) = x_f$$

$$n_0(\text{RcoOH}) = 10^3 \text{ mol}$$

و- كتلة RcoOH الموجودة في الكيس المفرغ في محلول NaOH :

$$n_0(\text{RcoOH}) = \frac{m_0(\text{RcoOH})}{M} \rightarrow m_0(\text{RcoOH}) = n_0(\text{RcoOH}) \times M$$

$$n_0(\text{RcoOH}) = 10^3 \times 206 \approx 0,2 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

وهي تُوَعِدُ الكِتَابَةَ العجوبة على كيس مسحوق الأيوسبروفين.