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

تمارين مقترحة

3AS U04 - Exercice 029

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

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 للآلام و مخفض للحرارة .
التركيبة الكيميائية لهذا الدواء عبارة عن حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية المجملة $C_{13}H_{18}O_2$.
نرمز للإيبوبروفين اختصارا بالرمز RCOOH و لأساسه المرافق بـ $RCOO^-$.

I- لأجل تحديد ثابت التوازن للتحول الكيميائي بين هذا الدواء و الماء ، أذبنا محتوى كيس منه في كمية من الماء فتحصلنا على محلول S_0 حجمه $V_0 = 100$ 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- تأكد من أن عبارة كسر التفاعل عند التوازن هي : $Q_{rf} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau_f^{\,2}}{V_0 (1 - \tau_f)}$.

حيث : τ_f نسبة التقدم النهائي ، x_{max} التقدم الأعظمي .
استنتج قيمة ثابت التوازن K الموافق للتحول المدروس .

II- للتحقق من صحة المعلومات المكتوبة على كيس الإيبوبروفين 200 mg ، نذيب محتوى الكيس في حجم $V_b = 60$ mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 3.0 \cdot 10^{-2}$ mol.L^{-1} فنحصل على محلول S حجمه $V = V_b = 60$ mL .

1- أكتب معادلة التفاعل للتحول 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 $V = 20$ mL من المحلول S و عايرناه بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 1.0 \cdot 10^{-2}$ mol.L^{-1} فكان حجم الحمض الذي سمح لنا بالحصول على نقطة التكافؤ هو $V_{aE} = 27.7$ mL . ننمذج التحول الحادث بين حمض كلور الهيدروجين و شوارد HO^- المتبقية بالتفاعل ذي المعادلة :

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

أ- أوجد كمية مادة شوارد HO^- المتفاعلة عند حدوث التكافؤ .
ب- استنتج كمية مادة شوارد HO^- المتبقية في المحلول (S) .
جـ- مثل جدول تقدم التفاعل السابق 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 تام ، 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- إثبات أن $C_0 \simeq 10^{-2}\ mol/L$:

$$C_0 = \frac{n_0(C_3H_8O_2)}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m_0}{M.V}$$

- $m_0 = 0,2\ g$ (أي $200\ mg$ كما في الكبسولة)
- $M = (3\times12) + (8\times1) + (2\times16) = 206\ g/mol$
- $C_0 = \frac{0,2}{206\times0,1} \simeq 9,7\times10^{-3}\ mol/L \simeq 10^{-2}\ mol/L$

2- معادلة التفاعل النمذجة لتفكك الإيبوبروفين في الماء :

$$RCOOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

3- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$RCOOH$ +	H_2O =	$RCOO^-$ +	H_3O^+
البدائية	$x=0$	$n_0 = C_0V$	بزيادة	0	0
الانتقالية	x	$n_0 - x$	بزيادة	x	x
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	بزيادة	x_f	x_f

- التأكد من الدواء يتفكك جزئيا (الحلل غير تام) :

حساب τ_f :

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

من جدول التقدم وباعتبار التفاعل تام :

$$n_0 - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = C_0V = 10^{-2}\times0,1 = 10^{-3}\ mol$$

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

$$[H_3O^+]_f = 10^{-3,17} = 6,76\times10^{-4}\ mol/L$$

ومن جهة أخرى وانطلاقا من جدول التقدم يكون :

$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow x_f = [H_3O^+]_f V = 676\times10^{-4}\times0,1 = 6,76\cdot10^{-5}\,mol$

إذن:

$\tau_f = \frac{6,76\times10^{-5}}{10^{-3}} = 6,76\times10^{-2}$ $(6,76\%)$

نلاحظ $\tau_f < 1$ إذن التفاعل غير تام و عليه الحمض يعتبر حمض ضعيف في الماء.

4- عبارة كسر التفاعل:

لدينا:

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

5- التأكد من العبارة $Q_r = \frac{x_{max}\cdot\tau_f^2}{V_0(1-\tau_f)}$

من عبارة Q_r السابقة و عند نهاية التفاعل (التوازن) نكتب:

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

لدينا أيضا:

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

و بالاعتماد على جدول التقدم يمكن كتابة:

- $[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V_0} = \frac{x_{max}\tau_f}{V_0}$
- $[CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{x_{max}\tau_f}{V_0}$
- $[CH_3COOH]_f = \frac{CV_0 - x_f}{V_0} = \frac{CV - x_{max}\tau_f}{V_0}$

مما سبق وجدنا:

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

و منه يصبح $[CH_3COOH]_f = \frac{\frac{x_{max}}{V_0}\cdot V_0 - x_{max}\tau_f}{V_0} = \frac{x_{max}(1-\tau_f)}{V_0}$

بالتعويض في عبارة Q_{rf}:

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

II- معادلة التفاعل الحادث :

$$RCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = RCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

2- اقتراح أن $n_0(HO^-) \neq n_0(RCOOH)$

- $n_0(RCOOH) = \frac{m_0(RCOOH)}{M} = \frac{0,2}{206} = 9,7\times10^{-4} \simeq 10^{-3}\ mol$
- $n_0(HO^-) = C_b V_b = 3.10^{-2} \times 0,06 = 1,8\times10^{-3}\ mol$

نلاحظ : $n_0(HO^-) \neq n_0(RCOOH)$.

3- أ- كمية HO^- المتفاعلة عند بلوغ التكافؤ :

من معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة واعتمادا على خاصية التكافؤ نكتب :

$$n'_0(HO^-) = n(H_3O^+)$$

$$n'_0(HO^-) = C_2 V_{2E} = 10^{-2} \times 27,7\times10^{-3} = 2,77\times10^{-4}\ mol$$

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

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

بما أن العينة التي قمنا بمعايرتها وذات الحجم $V=20mL$، أخذت من المحلول (S) ذو الحجم $V=60mL$، فإن تركيز منتوادد HO^- المتفاعلة عند التكافؤ في العينة المعايرة يكون مساوي لتركيز منتوادد HO^- المتبقية من التفاعل بين منتوادد HO^- و الحمض $RCOOH$ في المحلول (S) أي :

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

$$\frac{n_{(S)}(HO^-)}{60\times10^{-3}} = \frac{n'_0(HO^-)}{20\times10^{-3}} \rightarrow n_{(S)}(HO^-) = \frac{60\times10^{-3}\times n'_0(HO^-)}{20\times10^{-3}}$$

$$n_{(S)}(HO^-) = \frac{60\times10^{-3}\times 2,77\times10^{-4}}{20\times10^{-3}} = 8,2\times10^{-4}\ mol$$

حـ- جدول التقدم للتفاعل الحادث بين HO^- و $RCOOH$ في المحلول (S)

الحالة	التقدم	$RCOOH + HO^- = RCOO^- + H_2O$			
ابتدائية	$x=0$	n_0	$1,8\times10^{-3}$	0	وفيرة
انتقالية	x	$n_0 - x$	$1,8\times10^{-3} - x$	x	وفيرة
نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	$1,8\times10^{-3} - x_f$	x_f	وفيرة

د - التقدم النهائي x_f ؟

وجدنا سابقا أن كمية مادة HO^- المتبقية في المحلول (S) هي : $n(HO^-) = 8,1\times10^{-4} mol$ ، واعتمادا على جدول التقدم نكون :

$$1,8\times10^{-3} - x_f = 8,1\cdot10^{-4} \rightarrow x_f = 1,8\times10^{-3} - 8,1\cdot10^{-4}$$

$$x_f \simeq 10^{-3} mol$$

هـ - كمية $RCOOH$ التي فحصنا بحلها والموجودة في الكيس :

بما أن HO^- تبقت في التفاعل السابق وأن التفاعل تام فحتما كمية الحمض $RCOOH$ اختفت كليا لذا نكون :

$$n_0(RCOOH) - x_f = 0 \rightarrow n_0(RCOOH) = x_f$$

$$n_0(RCOOH) = 10^{-3} mol$$

و - كتلة $RCOOH$ الموجود في الكيس المفرغ في محلول $NaOH$:

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

$$n_0(RCOOH) = 10^{-3}\times 206 \simeq 0,2g = 200mg$$

وهي توافق الكتلة الموجودة على كيس مسحوق الايبوبروفين .