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

تمارين مقترحة

3AS U04 - Exercice 020

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

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

نحضر محلول (S) لحمض الإيثانويك (CH_3COOH) لهذا الغرض ندخل كتلة m في حجم قدره 100 mL من الماء المقطر . نقيس pH المحلول (S) بواسطة مقياس الـ pH متر عند الدرجة 25°C فكانت قيمته 3.4 .

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث .

2-أ/ انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي .

ب/ أوجد قيمة التقدم النهائي x_f .

جـ/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0.039$ بين أن قيمة التركيز المولي $C = 10^{-2}$ 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 $V_a = 10$ mL منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_b = 4.0 \ . \ 10^{-3}$ mol.L^{-1} فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم $V_{bE} = 25$ mL من المحلول الأساسي .

أ/ أذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة .

ب/ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

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

د/ ما هي قيمة pH المزيج لحظة إضافة 12.5 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟

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

$pKa(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4.8$

حل التمرين

1- معادلة التفاعل :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

2- أ- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	CH_3COOH +	H_2O	$= CH_3COO^-$ +	H_3O^+
ابتدائية	$x = 0$	$n_0 = CV$	بزيادة	0	0
انتقالية	x	$CV - x$	بزيادة	x	x
نهائية	x_f	$CV - x_f$	بزيادة	x_f	x_f

ب- قيمة x_f :

- $pH = 3.4 \rightarrow [H_3O^+]_f = 10^{-3.4} = 4.10^{-4}$ mol/L
- $n_f(H_3O^+) = [H_3O^+]_f \, V = 4.10^{-4} . 0.1 = 4.10^{-5}$ mol

من جدول التقدم :

$n_f(H_3O^+) = x_f \rightarrow x_f = 4 . 10^{-5}$ mol

قيمة m :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C} \rightarrow C = \frac{[H_3O^+]_f}{\tau_f}$$

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

من جهة أخرى :

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

- $M(CH_3COOH) = 60$ g/mol
- $m = 10^{-2} . 60 . 0.1 = 6 . 10^{-2}$ g

3- كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} :

$$Q_{ri} = \frac{[CH_3COO^-]_i [H_3O^+]_i}{[CH_3COOH]_i}$$

عند اللحظة $t = 0$ لم تتشكل شوارد H_3O^+ بعد لذا يكون $[H_3O^+]_i = 0$ و منه يكون : $Q_{ri} = 0$.

- كسر التفاعل عند التوازن :

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

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

- $[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$
- $[CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow [CH_3COO^-]_f = [H_3O^+] = 4.10^{-4}\ mol/L$
- $[CH_3COOH]_f = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} \rightarrow [CH_3COOH]_f = C - [H_3O^+]$

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

بالتعويض في عبارة Q_{rf} نجد :

$$Q_{rf} = \frac{4.10^{-4}.4.10^{-4}}{9.6.10^{-3}} = 1.6.10^{-5}$$

جـ- جهة تطور الجملة : (هذا السؤال خاص بوحدة مراقبة تطور جملة كيميائية)

نلاحظ $Q_{rf} < Q_{ri}$ ، إذن تطور الجملة يكون في الإتجاه المباشر أي في جهة تشكل H_3O^+ .

4- أ- البروتوكول التجريبي :

- نضع $V_a = 10\ ml$ من محلول حمض الإيثانويك في بيشر ثم نضيف له قطرات من كاشف مناسب .
- نضع محلول الصود ذو التركيز $C_b = 4 . 10^{-4}\ mol/L$ في السحاحة عند التدريجة (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 :

$$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

جـ- حساب التركيز C_a :

- عند التكافؤ :

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

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

و هي توافق النتيجة المتحصل عليها سابقا .

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

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

$$pH = pKa = 4.8$$