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

تمارين مقترحة

3AS U04 - Exercice 032

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (***)

نذيب حجم V_0 من غاز النشادر NH_3 في حجم $V = 200\ mL$ من الماء المقطر ، فنحصل على محلول (S_0) من النشادر تركيزه المولي C_0 . نأخذ $V_b = 20\ mL$ من المحلول (S_0) و نعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C_a = 12.5 . 10^{-3}\ mol/L$.

عند إضافة $4\ mL$ من محلول حمض الكلور إلى محلول النشادر يأخذ pH المزيج القيمة 9.5 .

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2- بين أن تفاعل المعايرة هو تفاعل تام .

3- أكتب معادلة تفاعل النشادر مع الماء ثم أعط النسبة $\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ بدلالة τ_f .

4- أحسب نسبة التقدم النهائي τ_f لتفاعل تفكك النشادر في هذه الحالة .

5- نتابع تطور التفاعل عن طريق معايرة pH مترية فنحصل على الجدول التالي :

V_a (mL)	0	2	4	8	10	11	12
pH	10	9.7	9.5	9.2	8.8	8.7	7.6
NH_3%							
NH_4^+ %							

أ- أكمل الجدول السابق .

ب- ارسم كيفيا مخطط توزيع الصفة الغالبة للثنائية (NH_4^+/NH_3) بدلالة حجم الحمض المضاف V_a .

6- اعتمادا على الجدول عين قيمة الحجم الموضاف عند التكافؤ V_{aE} .

7- عين قيمة تركيز محلول النشادر C_0 ثم استنتج الحجم V_0 .

المعطيات :

$$V_M = 22.4\ L/mol \quad , \quad pKa(NH_4^+/NH_3) = 9.2$$

حل التمرين

1- P- معادلة تفاعل المعايرة :

$$NH_3(aq) + H_3O^+(aq) = NH_4^+(aq) + H_2O(l)$$

ب- اثبات أن تفاعل المعايرة تام :

$$K = \frac{[NH_4^+]_f}{[NH_3]_f [H_3O^+]_f} = \frac{1}{Ka(NH_4^+/NH_3)}$$

$pKa = 9,2 \rightarrow Ka = 10^{-9,2} = 6,30 \times 10^{-10}$

إذن :

$$K = \frac{1}{6,30 \times 10^{-10}} = 1,58 \times 10^9$$

نلاحظ : $K \gg 10^4$ ، اذن تفاعل المعايرة تام .

جـ- معادلة تفاعل النشادر مع الماء :

$$NH_3(aq) + H_2O(aq) = NH_4^+(aq) + HO^-(aq)$$

* عبارة τ_f بدلالة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$:

نمثل جدول التقدم :

		NH_3 + H_2O = NH_4^+ + HO^-			
الابتدائية	$x=0$	$n_0 = CV$	بزيادة	0	0
الانتقالية	x	$CV - x$	بزيادة	x	x
النهائية	x_f	$CV - x_f$	بزيادة	x_f	x_f

لدينا :

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

نفرض أن التفاعل تام :

$$CV - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = CV$$

اعتمادا على جدول التقدم :

- $[NH_3] = \frac{cV - x_f}{V} = \frac{cV - \tau_f cV}{V} = \frac{cV(1-\tau_f)}{V} = c(1-\tau_f)$
- $[NH_4^+] = \frac{x_f}{V}$

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{c(1-\tau_f)}{\tau_f \times c} \rightarrow \boxed{\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{1-\tau_f}{\tau_f}}$$ ومنه :

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{1-\tau_f}{\tau_f} \rightarrow \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{1}{\tau_f} - 1$$

4- قيمة τ_f : لدينا سابقا :

$$\frac{1}{\tau_f} = \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} + 1 \rightarrow \tau_f = \frac{1}{\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} + 1}$$

من جهة اخرى لدينا :

$$K_a = \frac{[NH_3]\,[H_3O^+]}{[NH_4^+]} \rightarrow \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]}$$

- $pH = 9,5 \rightarrow [H_3O^+]_f = 10^{-9,5} = 3,16 \times 10^{-10}$
- $pK_a = 9,2 \rightarrow K_a = 10^{-9,2} = 6,31 \times 10^{-10}$

ومنه :

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{6,31 \times 10^{-10}}{3,16 \times 10^{-10}} \approx 2$$

بالتعويض في عبارة τ_f نجد :

$$\tau_f = \frac{1}{2+1} = 0,33 \quad (33\%)$$

5- اكمال الجدول :

$$NH_3\% = \frac{[NH_3]}{[NH_3] + [NH_4^+]} \times 100$$

يمكن كتابة :

$$NH_3\% = \frac{1}{\frac{[NH_3] + [NH_4^+]}{[NH_3]}} \times 100 = \frac{1}{\frac{[NH_3]}{[NH_3]} + \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}} \times 100$$

$$NH_3\% = \frac{1}{1 + \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}} \times 100$$

لدينا لدينا بقاء

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} \rightarrow \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a}$$

ومنه

$$NH_3\% = \frac{1}{1 + \frac{[H_3O^+]}{K_a}} \times 100 = \frac{1}{\frac{K_a + [H_3O^+]}{K_a}} \times 100$$

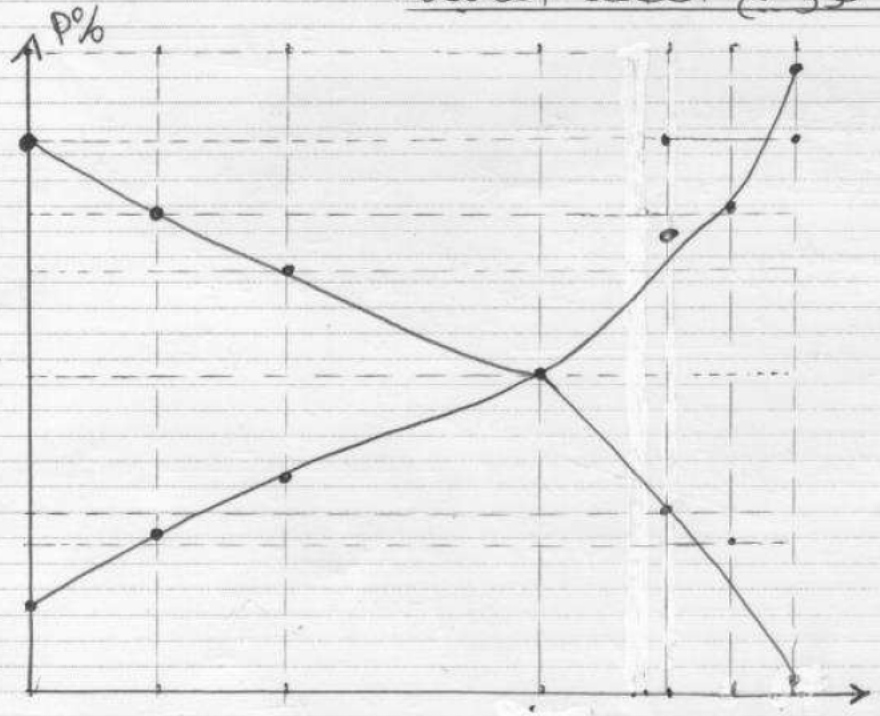
$$NH_3\% = \frac{K_a}{K_a + [H_3O^+]} \times 100 = \frac{6,31 \times 10^{-10}}{6,31 \times 10^{-10} - 10^{-pH}} \times 100$$

$$NH_4^+\% = 100\% - NH_3\%$$

ومن خلال هاتين العلاقتين نملأ الجدول وبيت نجد:

V_a	0	2	4	8	10	11	12
pH	10	9,7	9,5	9,2	8,8	8,7	7,6
$NH_3\%$	86,32	75,76	66,61	50	28,48	24,03	2,45
$NH_4^+\%$	13,68	24,24	33,38	50	71,72	75,97	97,55

ب- مخطط توزيع الصفة الغالبة:



3- قيمة P = V_{aE}

اعتمادا على الجدول يكون الحجم المضاف عند نصف التكافؤ هو $V_{E/2} = 8mL$ لأن عند نصف التكافؤ يكون $NH\% = NH_4^+\% = 50\%$

وعليه

$$V_{aE} = 2V_{E/2} = 2 \times 8 = 16mL$$

7- التركيز C_0 :

عند التكافؤ :

$$C_0 V_b = C_a V_{aE} \rightarrow C_0 = \frac{C_a V_{aE}}{V_b}$$

$$C_0 = \frac{12,5 \times 10^{-3} \times 0,016}{0,020} =$$

الحجم V_0 :

التركيز المعيّنة التي قمنا بمعايرتها هو نفسه تركيز المحلول الابتدائي الذي تحصلنا عليه لأذابة V_0 من غاز النشادر في $V = 200mL$ من الماء المقطر ، لذا نكون :

$$C_0 = \frac{n_0(NH_3)}{V} = \frac{\frac{V_0(NH_3)}{V_M}}{V} = \frac{V_0}{V_M V} \rightarrow V_0 = C_0 \times V_M \cdot V$$