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

تمارين مقترحة

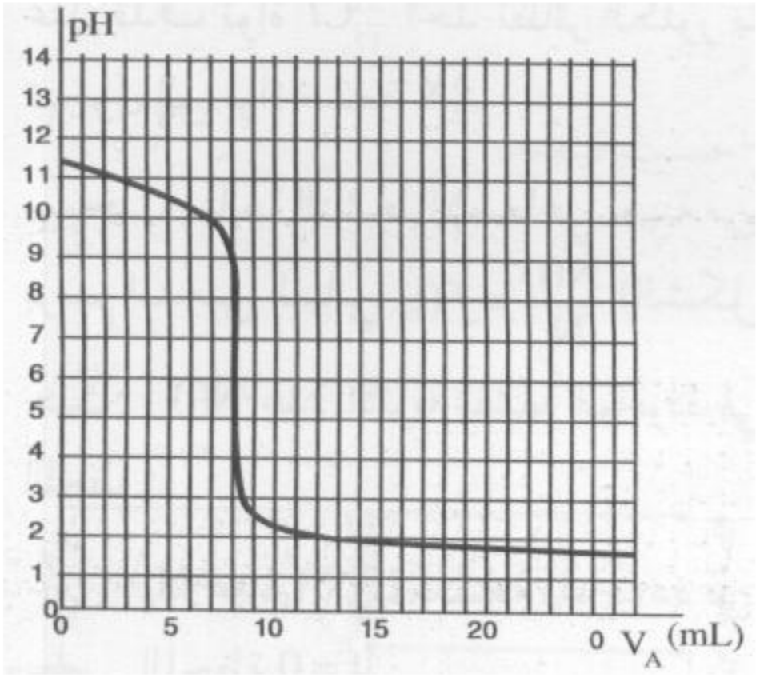
3AS U04 - Exercice 026

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (**)

نحقق المعايرة الـ pH مترية لحجم $V_B = 50\ mL$ من محلول مثيل أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي C_B بواسطة محلول A لحمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C_A = 0.1\ mol/L$. الشكل المقابل يمثل المنحنى الموافق للمعايرة و الذي يمثل تطور pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف V_A .



1- أ- أعط تعريف برنشتد للأساس .
ب- كيف تبين أن محلول مثيل أمين عبارة عن أساس .
2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة . أذكر خصائصه .
3- عين احداثيتي نقطة التكافؤ و استنتج التركيز C_B .
4- بين أن انحلال ميثيل أمين في الماء محدودا (غير تام) .
5- اعتمادا على البيان ، أوجد قيمة pK_a الثنائية .
6- أ- احسب النسبة $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ عند إضافة حجم $V_A = 8\ mL$.
ب- عبر عن النسبة السابقة بدلالة : V_B ، C_B و x_E (قيمة التقدم عند التكافؤ) ، ثم استنتج قيمة x_E .
7- احسب نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل المعايرة عند التكافؤ . ماذا تستنتج ؟
8- احسب ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة . هل توافق هذه النتيجة استناجك في السؤال-7 .

حل التمرين

1-1/ تعريف برونشتد للأساس :

الأساس هو كل فرد كيميائي جزيئيا كان أم شاردي قادر على اكتساب بروتون هيدروجين H^+ أو أكثر

ب/ تبيين أن محلول مثيل أمين عبارة عن أساس :

* من البيان وقبل المعايرة كان :

$pH = 11,4 > 7$

اذن محلول مثيل أمين عبارة عن أساس ضعيف

~~(يمكن أيضا تبيين)~~

2- معادلة المعايرة :

$$CH_3NH_2 + H_3O^+ = CH_3NH_3^+ + H_2O$$

* خصائصها :

- تام

- سريع

3- احداثيتي نقطة التكافؤ :

$(V_A = 8ml, pH = 6,4)$

التركيز C_B :

عند التكافؤ :

$$C_B \cdot V_B = C_A \cdot V_{AE}$$

$$C_B = \frac{C_A \cdot V_{AE}}{V_B}$$

$$C_B = \frac{0,2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,016\ mol/l$$

4- اثبات أن انحلال مثيل أمين في الماء محدود:

- نحسب نسبة التقدم النهائي:

$$\tau_f = \frac{[HO^-]}{C_B}$$

- $pH = 11,4 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-11,4} \simeq 4 \cdot 10^{-12}\ mol/l$
- $[HO^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{4 \cdot 10^{-12}} \simeq 2,5 \times 10^{-3}\ mol/l$
- $C_B = 1,6 \cdot 10^{-2}\ mol$

$$\tau_f = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-2}} = 0,16$$

نلاحظ أن $\tau_f < 1$

مما يدل على أن الميثيل أمين أساس ضعيف

5- قيمة pK_a الثنائية $(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2)$:

من البيان وعند نصف التكافؤ

$$pH = pKa = 10,6$$

6- حساب النسبة $\frac{[CH_3-NH_2]}{[CH_3-NH_3^+]}$ عند اضافة $V_A = 8ml$:

$$pH = pKa + \log \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$$

$$\log \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = pH - pKa \Rightarrow \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = 10^{pH-pKa}$$

* من البيان عند اضافة $V_A = 8ml$ من محلول HCl يكون: $pH = 6,4$

ومنه:

$$\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3-NH_3^+]} = 10^{6,4-10,6} = 6,3 \cdot 10^{-5}$$

ب- التعبير عن $\frac{[CH_3-NH_2]}{[CH_3-NH_3^+]}$ بدلالة C_B ، V_B و x_E :

نمثل جدول التقدم المنمذج لتفاعل المعايرة :

الحالة	التقدم	$CH_3NH_2 + H_3O^+ = CH_3NH_3^+ + H_2O$			
ابتدائية	$x=0$	$n_0 = C_B \cdot V_B$	$n_0 = C_A \cdot V_A$	0	بز
انتقالية	x	$C_B \cdot V_B - x$	$C_A \cdot V_A - x$	x	بز
نهائية	x_E	$C_B \cdot V_B - x_E$	$C_A \cdot V_A - x_E$	x_E	بز

من جدول التقدم:

$$n(CH_3NH_2) = C_B \cdot V_B - x_E$$
$$n(CH_3NH_3^+) = x_E$$

ومنه :

$$\bullet\ [CH_3NH_2] = \frac{C_B \cdot V_B - x_E}{V_S} \quad \ldots ①$$

$$\bullet\ [CH_3NH_3^+] = \frac{x_E}{V_S} \quad \ldots ②$$

بقسمة ① على ② نجد :

$$\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{\frac{C \cdot V_B - x_E}{V_S}}{\frac{x_E}{V_S}}$$

$$= \frac{C_B \cdot V_B - x_E}{x_E}$$

$$\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{C_B \cdot V_B}{x_E} - 1$$

* قيمة x_E :

من العلاقة السابقة :

$$\frac{C_B \cdot V_B}{x_E} = 1 + \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$$

$$x_E = \frac{C_B \cdot V_B}{1 + \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}} = \frac{0,016 \times 50 \times 10^{-3}}{1 + 6,3 \cdot 10^{-5}} \simeq 8 \cdot 10^{-4}\ mol.$$

7- نسبة التقدم النهائي لتفاعل المعايرة عند التكافؤ :

$$\tau_E = \frac{x_E}{x_{Max}}$$

لدينا سابقا :

$$x_E = 8 \cdot 10^{-4}$$

من جدول التقدم وبفرض التفاعل تام يمكن كتابة

$$x_{Max} = C_A \cdot V_A$$
$$= 0,1 \times 8 \cdot 10^{-3}$$
$$= 8 \cdot 10^{-4}$$

اذن :

$$\tau_E = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-4}} = 1$$

* نستنتج أن تفاعل المعايرة تام.

8- ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة :

$$K = \frac{[CH_3NH_3^+]}{[CH_3-NH_2][H_3O^+]} = \frac{1}{Ka}$$

- $Ka = 10^{-10,6} = 2,5 \cdot 10^{-11}$
- $K = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-11}} \simeq 4 \cdot 10^{10}$

* نلاحظ $K > 10^4$ نستنتج أن تفاعل المعايرة تام وهذا يوافق الاستنتاج السابق.