

3AS U04 - Exercice 014

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (**)

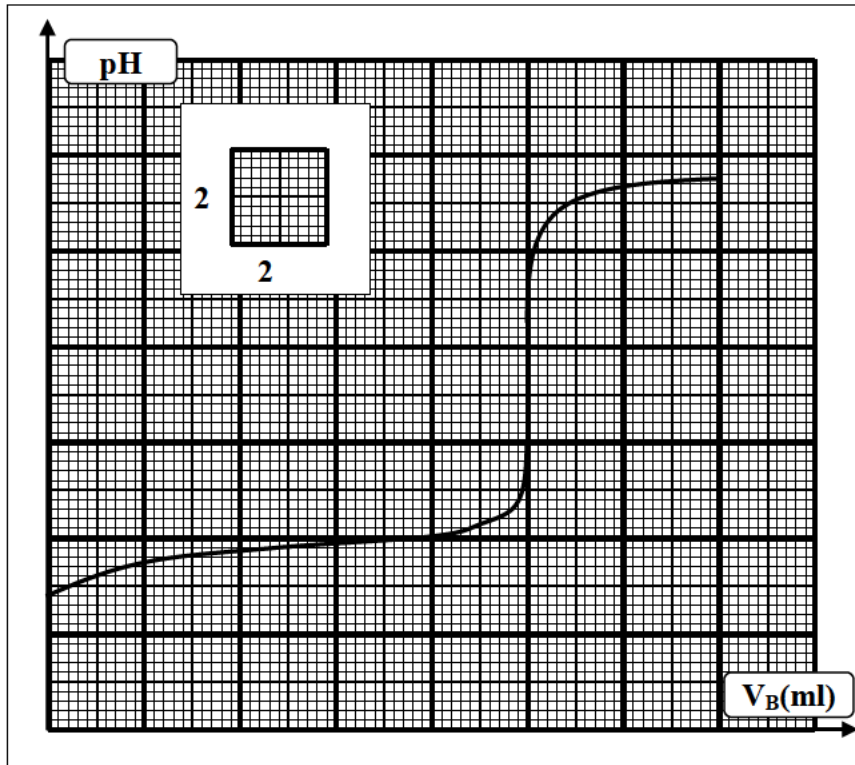
جميع المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25°C حيث $K_e = 10^{-14}$. يعطى : $(\text{HOOH}/\text{HCOO}^-) = 3.8$.

- 1- نعتبر محلولاً مائياً (S_A) لحمض النمل (الميثانويك) تركيزه المولي C_A وله $\text{pH} = 2.9$.
أ- أكتب معادلة تفاعل HCOOH مع الماء . هل هو تفاعل حمض أساس ؟ بين الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل في حالة الإيجاب .
ب- أنشئ جدول تقدم هذا التفاعل .

ج- بين أن نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل تكتب على الشكل : $\tau_f = \frac{1}{1 + 10^{\text{pK}_a - \text{pH}}}$. أحسب قيمة τ_f .

د- استنتج التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) .

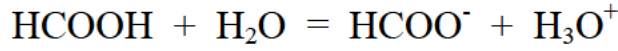
- 2- لتحديد تركيز المحلول (S_A) بواسطة المعايرة ، نأخذ حجماً $V_A = 10 \text{ mL}$ من المحلول (S_A) و نعايره بمحلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B = 1.1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$. يمثل البيان أسفله تغيرات الـ pH بدلالة حجم الأساس المضاف V_B



- أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
- ب- حدد إحداثيات نقطة التكافؤ (V_{BE}, pH_E) .
- ج- استنتج التركيز C_A للمحلول (S_A) . هل النتيجة توافق ما تم التوصل إليه سابقاً .

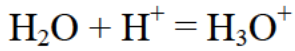
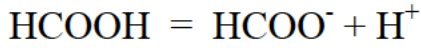
حل التمرين

1-أ- معادلة التفاعل :

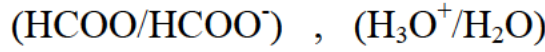


ب- التفاعل حمض أساس أم لا :

هذا التفاعل هو تفاعل حمض أساس لأنه حدث فيه تبادل بروتوني كما يلي :



و الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل هي :



ب- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOO}^- + \text{HO}^-$			
ابتدائية	$x = 0$	$n_0 = CV$	بز	0	0
انتقالية	x	$CV - x$	بز	x	x
نهائية	x_f	$CV - x_f$	بز	x_f	x_f

ج- عبارة τ_f :

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-]_f [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{HCOOH}]_f} = \frac{[\text{HCOO}^-]_f}{[\text{HCOOH}]_f} [\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

$$\log K_a = \log \frac{[\text{HCOO}^-]_f}{[\text{HCOOH}]_f} + \log [\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

$$-\log K_a = -\log \frac{[\text{HCOO}^-]_f}{[\text{HCOOH}]_f} - \log [\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

$$\text{p}K_a = -\log \frac{[\text{HCOO}^-]_f}{[\text{HCOOH}]_f} + \text{pH}$$

$$\text{p}K_a = \log \frac{[\text{HCOOH}]_f}{[\text{HCOO}^-]_f} + \text{pH}$$

$$\log \frac{[\text{HCOOH}]_f}{[\text{HCOO}^-]_f} = \text{p}K_a - \text{pH}$$

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

و بفرض أن التفاعل تام يكون في نهاية التفاعل :

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

يصبح :

$$x_f = \tau_f C V$$

اعتمادا على جدول التقدم يمكن كتابة :

$$[\text{HCOO}^-]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{\tau_f CV}{V} = \tau_f C$$

$$[\text{HCOOH}]_f = \frac{CV - x_f}{V} = \frac{CV - \tau_f CV}{V} = \frac{CV(1 - \tau_f)}{V} = C(1 - \tau_f)$$

و منه يصبح :

$$\log \frac{C(1 - \tau_f)}{\tau_f C} = \text{pKa} - \text{pH}$$

$$\log \frac{(1 - \tau_f)}{\tau_f} = \text{pKa} - \text{pH}$$

$$\frac{(1 - \tau_f)}{\tau_f} = 10^{\text{pKa} - \text{pH}}$$

$$1 - \tau_f = \tau_f 10^{\text{pKa} - \text{pH}}$$

$$1 = \tau_f + \tau_f 10^{\text{pKa} - \text{pH}}$$

$$1 = \tau_f (1 + 10^{\text{pKa} - \text{pH}}) \rightarrow \tau_f = \frac{1}{1 + 10^{\text{pKa} - \text{pH}}}$$

د- التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) :
اعتمادا على العلاقة السابقة يكون :

$$\tau_f = \frac{1}{1 + 10^{3.8 - 2.9}} = 0.112$$

من جهة أخرى :

$$\tau_f = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{C_A} \rightarrow C_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{\tau_f}$$

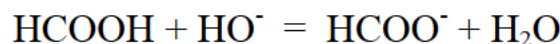
و لدينا :

$$\text{pH} = 2.9 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 1.26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

إذن :

$$C_A = \frac{1.26 \cdot 10^{-3}}{0.112} = 1.1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

2- أ- معادلة المعايرة :



ب- احداثي نقطة التكافؤ :

$$(V_{BE} = 10 \text{ mL} , V_E = 7.4)$$

ج- التركيز C_A :
عند التكافؤ :

$$C_A V_A = C_B V_{BE} \rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$$

$$C_A = \frac{1.1 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = 1.1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

و هي نفس النتيجة المتحصل عليها سابقا .