

إمتحان تجريبي في مادة العلوم الفيزيائية

الشعب : العلوم التجريبية و الرياضية

الأستاذ : فرقاني فارس

المدة : 3 ساعات

الأقسام : 3 ع ت ، ر ، ت ر

Sujet : 3AS 04 - 02

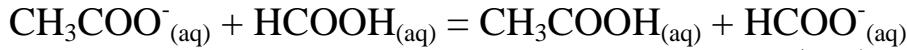
المحتوى المعرفي : تطور حملة كيميائية نحو حالة التوازن .

السنة الدراسية : 2011/2010

تاريخ آخر تحديث : 2011/03/12

التمرين الأول : (إمتحان الثلاثي الثاني – 2008/2007) (**)

نريد دراسة التفاعل بين 0.1mol من شوارد الإيثانوات CH_3COO^- مع 0.1mol من حمض الميثانويك HCOOH الذي يتم التفاعل وفق المعادلة :



- 1- قدم جدول التقدم لهذا التفاعل .
- 2- عين كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} .
- 3- عين عبارة كسر في نهاية التفاعل بدلالة نسبة التقدم النهائي τ_f .
- 4- علما أن ثابت التوازن الموافق لهذه المعادلة هو $K = 13$. استنتج :
 - النسبة النهائية لتقدم التفاعل .
 - التقدم النهائي .
 - التركيب المولي للمزيج عند نهاية التفاعل .

التمرين الثاني : (فرض الثلاثي الثاني – 2009/2008) (**)

نحضر محلول لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي الابتدائي $C_1 = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ وحجمه $V_1 = 100 \text{ ml}$ قيمة $\text{pH} = 3,7$ له عند الدرجة 25°C .

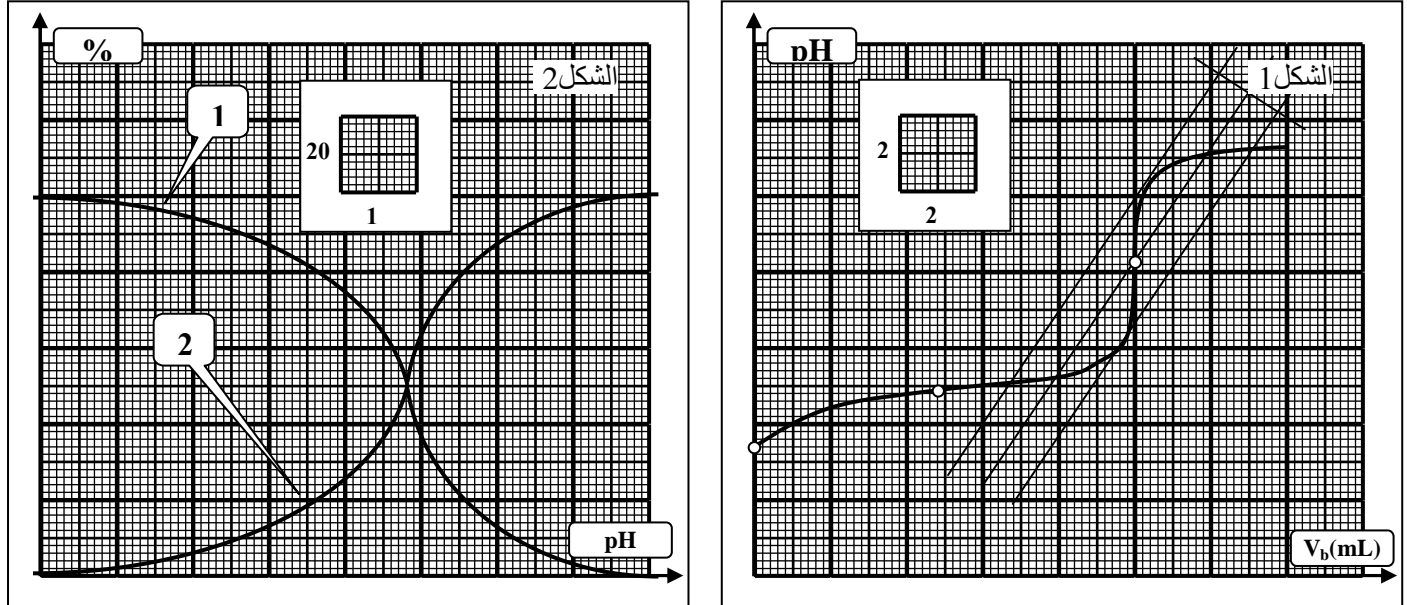
- 1- أكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء .
- 2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .
- 3- أحسب نسبة التقدم النهائي τ_{f1} . ماذا تستنتج ؟
- 4- أعط عبارة ثابت التوازن للتفاعل ثم بين أنه يساوي القيمة : $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-5}$
- 5- نقيس عند الدرجة 25°C الناقلية النوعية لمحلول آخر لحمض الإيثانويك تركيزه $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ فنجد : $\sigma = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ S/m}$.
- أ- أكتب عبارة $[\text{H}_3\text{O}^+]_f$ و $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f$ بدلالة $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ و $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و σ . ثم أحسب قيمتها
- ب- بين أن نسبة التقدم النهائي $\tau_{f2} = 1.25\%$.

ج- بين أن ثابت التوازن للتفاعل K_2 يعطى بالعلاقة ثم أحسب قيمته : $K_2 = \frac{\tau_{f2}^2 C_2}{1 - \tau_{f2}}$

- د- من خلال قيم كل من τ_{f1} ، τ_{f2} ، K_1 ، K_2 :
 - هل يتعلق ثابت التوازن K بالتركيز الابتدائية .
 - ما تأثير التركيزات الابتدائية على نسبة التقدم النهائي τ_f .
- يعطى : $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,9 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 . \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 . \text{mol}^{-1}$

التمرين الثالث : (إمتحان الثلاثي الثاني - 2008/2007) (**)

نضع في كأس بيشر $V_a = 10 \text{ mL}$ من حمض الإيثانويك تركيزه المولي C_a ، ثم نضيف له تدريجيا بواسطة سحاحة محلول الصود NaOH تركيزه المولي $C_b = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، الدراسة التجريبية لهذه المعايرة أعطت البيانيين التاليين :



- 1- أكتب معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة مبينا الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل .
- 2- من (الشكل-2) أي البيانيين (1) ، (2) يعبر عن الصفة الأساسية و أيهما يعبر عن الصفة الحمضية . علل .
- 3- اعتمادا على الشكلين :
 - حدد احداثيتي نقطة التكافؤ (V_b , pH) ، ثم استنتج C_a تركيز المحلول الحمضي (S_1) .
 - أستنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$) .
 - حدد مجال الـ pH الذي فيه يتغلب الحمض CH_3COOH على أساسه المرافق CH_3COO^- .
 - استنتج النسبة المئوية للصفة الحمضية و كذا النسبة المئوية للصفة الأساسية عند إضافة $V_b = 6 \text{ mL}$ من الصود .
- 4- من بين الكواشف الملونة المذكورة في الجدول الآتي ، ما هو الكاشف المناسب لهذه المعايرة .

الكاشف	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	الهيليالتين
PH مجال تغير لونه	6.2–7.6	8.2–9.5	3.1–4.4

التمرين الرابع : (إمتحان الثلاثي الثاني - 2008/2007) (**)

نقيس ناقليتي محلولين حمضيين (S_1) ، (S_2) الأول لحمض الإيثانويك CH_3COOH و الثاني لكلور الهيدروجين HCl ، لهما نفس التركيز $C_{a1} = C_{a2} = C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، و نفس الحجم $V_{a1} = V_{a2} = V = 1 \text{ L}$ فنجد :

$$\sigma_{f1} = 15.6 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1} , \sigma_{f2} = 43.5 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1} .$$

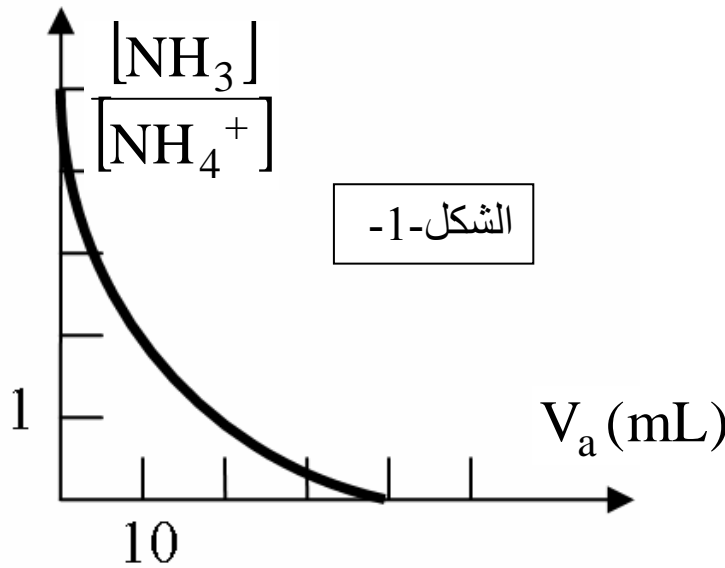
$$\text{يعطى : } \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35.9 \times 10^{-3} \text{ s m}^2 / \text{mol} , \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.1 \times 10^{-3} \text{ s m}^2 / \text{mol}$$

$$\lambda(\text{Cl}^-) = 7.6 \times 10^{-3} \text{ s m}^2 / \text{mol} \text{ (نذكر أن الحجم في عبارة الناقلية يؤخذ بالمتر مكعب } \text{m}^3 \text{) .}$$

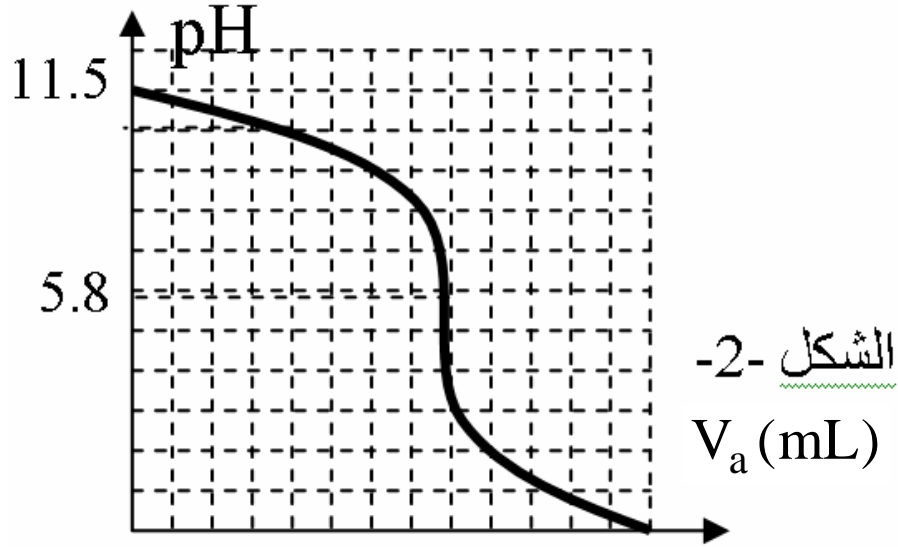
- 1- أكتب معادلة انحلال كل حمض في الماء .
- 2- انجز جدول التقدم الموافق لكل تفاعل و استنتج منه :
 - التقدم النهائي X_f .
 - نسبة التقدم النهائي τ_f .
 - pH كل محلول .
 - نوع التفاعل (تام أم محدود) .
- 3- أحسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند نهاية التفاعل ، ثم استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$) .
- 4- إذا علمت $\text{pKa}(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3.8$ ، قارن بين الحمضين CH_3COOH و HCOOH من حيث القوة .

التمرين الخامس : (نماذج بكالوريا 2008) (**)

I- نحضر عند الدرجة 25°C محلول مائيا النشادر (NH_3) حجمه $V_b = 20 \text{ mL}$ وتركيزه المولي C_b ، ثم نضيف له تدريجيا محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي $C_a = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ مع بعض قطرات من الهليانتين ، يتغير لون الكاشف بعد سكب حجم V_{aE} من المحلول الحمضي . (الشكل-1) المقابل يمثل تغيرات النسبة بين التركيز المولي لمحلول النشادر المتبقي $[\text{NH}_3]$ و التركيز المولي لحمضه المرافق $[\text{NH}_4^+]$ بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف V_a .



- 1- أوجد :
 - أ- حجم المحلول الحمضي V_{aE} اللازم للتكافؤ ؟
 - ب استنتج C_b التركيز المولي الابتدائي لمحلول النشادر .
- 2- استنتج من الشكل المعطى قيمة الـ pKa للثنائية حمض ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) ، علما أن pH محلول النشادر قبل المعايرة هو 11.5 .
- II- عند استعمال جهاز الـ pH متر في المعايرة السابقة ، تحصلنا على منحنى تغيرات الـ pH بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف (الشكل -2) .



- 1- أكتب معادلة التفاعل الحادث .
- 2- استنتج إحداثيات نقطة التكافؤ .
- 3- من بين الكواشف التالية ماهو الكاشف المناسب:

الكاشف	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	أحمر المثيل
مجال تغير اللون	6.2 – 7.6	8.2 – 9.5	6.2 – 4.4

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****

ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة

Fares_Fergani@yahoo.Fr

Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الموضوع و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

sites.google.com/site/faresfergani

أجوبة مفصلة

Sujet : 3AS 04 - 02

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

التمرين الأول :

1- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HCOO}^- = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCOO}^-$			
ابتدائية	$x = 0$	0.1	0.1	0	0
انتقالية	x	$0.1 - x$	$0.1 - x$	x	x
نهائية	x_f	$0.1 - x_f$	$0.1 - x_f$	x_f	x_f

2- كسر التفاعل :

$$Q_{ri} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 [\text{HCOO}^-]_0}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_0 [\text{HCOOH}]_0} = \frac{\frac{n_0(\text{CH}_3\text{COOH})}{V} \frac{n_0(\text{HCOO}^-)}{V}}{\frac{n_0(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{V} \frac{n_0(\text{HCOOH})}{V}}$$

$$Q_{ri} = \frac{n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) n_0(\text{HCOO}^-)}{n_0(\text{CH}_3\text{COO}^-) n_0(\text{HCOOH})} = \frac{0.0}{0.1 \cdot 0.1} = 0$$

3- عبارة كسر التفاعل K بدلالة نسبة التقدم النهائي τ_f :
اعتمادا على ما سبق يمكن كتابة :

$$K = \frac{n_f(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot n_f(\text{HCOO}^-)}{n_f(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot n_f(\text{HCOOH})}$$

إذا كان التفاعل تام :

$$0.1 - x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 0.1 \text{ mol}$$

لدينا :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} \rightarrow x_f = \tau_f \cdot x_{\max} \rightarrow x_f = 0.1 \tau_f$$

من جدول التقدم :

- $n_f(\text{CH}_3\text{COOH}) = x_f = 0.1 \tau_f$
- $n_f(\text{HCOO}^-) = x_f = 0.1 \tau_f$
- $n_f(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 - x_f = 0.1 - 0.1 \tau_f = 0.1 (1 - \tau_f)$
- $n_f(\text{HCOOH}) = 0.1 - x_f = 0.1 - 0.1 \tau_f = 0.1 (1 - \tau_f)$

بالتعويض في عبارة K نجد :

$$K = \frac{0.1 \tau_f \cdot 0.1 \tau_f}{0.1(1 - \tau_f) \cdot 0.1(1 - \tau_f)} \rightarrow K = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f)^2}$$

4- نسبة التقدم النهائي :

$$K = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f)^2} = 13$$

$$\frac{\tau_f}{(1 - \tau_f)} = \sqrt{13} = 3.60$$

$$\tau_f = 3.60 (1 - \tau_f)$$

$$\tau_f = 3.60 - 3.60 \tau_f$$

$$4.60 \tau_f = 3.60 \rightarrow \tau_f = \frac{3.60}{4.60} = 0.78$$

التقدم النهائي :

$$\tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}} \rightarrow X_f = \tau_f X_{\max}$$

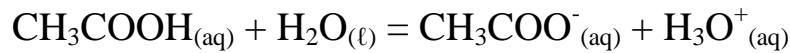
$$X_f = 0.1 \cdot 0.78 = 0.078 \text{ mol}$$

- التركيب المولي للمزيج عند نهاية التفاعل :
اعتمادا على جدول التقدم يكون :

- $n_f(\text{CH}_3\text{COOH}) = x_f = 0.078 \text{ mol}$
- $n_f(\text{HCOO}^-) = x_f = 0.078 \text{ mol}$
- $n_f(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 - x_f = 0.1 - 0.078 = 0.022 \text{ mol}$
- $n_f(\text{HCOOH}) = 0.1 - x_f = 0.1 - 0.078 = 0.022 \text{ mol}$

التمرين الثاني :

1- معادلة انحلال الحمض في الماء :



2- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$	$= \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ابتدائية	$x = 0$	$2.7 \cdot 10^{-4}$	زيادة 0
انتقالية	x	$2.7 \cdot 10^{-4} - x$	زيادة x
نهائية	x_f	$2.7 \cdot 10^{-4} - x_f$	زيادة x_f

$$n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = C_1 V_1 = 2.7 \cdot 10^{-3} = 2.7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3- نسبة التقدم النهائي :

$$\tau_{f1} = \frac{x_{f1}}{x_{\max 1}}$$

$$PH = 3.7 \rightarrow [H_3O^+]_{f1} = 10^{-3.7} = 2.0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

و في الحالة النهائية :

$$[H_3O^+]_{f1} = \frac{n_{1f}(H_3O^+)}{V_1} = \frac{x_{f1}}{V_1} \rightarrow x_{f1} = [H_3O^+]_{f1} \cdot V_1$$

$$x_{f1} = 2.10^{-4} \cdot 0.1 = 2.10^{-5} \text{ mol}$$

- إذا اعتبرنا التفاعل تام :

$$2.7 \cdot 10^{-4} - x_{\max 1} = 0 \rightarrow x_{\max 1} = 2.7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

بالتعويض في عبارة τ_f نجد :

$$\tau_{f1} = \frac{2.10^{-5}}{2.7 \cdot 10^{-4}} = 0.074 \quad (7.4 \%)$$

$\tau_f < 1$ نستنتج أن انحلال حمض الإيثانويك في الماء هو تفاعل غير تام ، كما أن حمض الإيثانويك هو حمض ضعيف .

4- عبارة ثابت التوازن الكيميائي K :

$$K_1 = \frac{[H_3O^+]_{f1} [CH_3COO^-]_{f1}}{[CH_3COOH]_{f1}}$$

إثبات أن $K = 1.6 \cdot 10^{-5}$:

$$\bullet [H_3O^+]_{f1} = 2.10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\bullet [CH_3COO^-]_{f1} = \frac{x_{f1}}{V_1} = \frac{2.10^{-5}}{0.1} = 2.10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\bullet [CH_3COOH]_{f1} = \frac{2.7 \cdot 10^{-4} - x_{f1}}{0.1} = \frac{2.7 \cdot 10^{-4} - 2.10^{-5}}{0.1} = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_1 = \frac{2.10^{-4} \cdot 2.10^{-4}}{2.5 \cdot 10^{-3}} = 1.6 \cdot 10^{-5}$$

5- عبارة $[CH_3COO^-]_f$ ، $[H_3O^+]_f$ بدلالة δ ، $\lambda(CH_3COO^-)$ ، $\lambda(H_3O^+)$:

$$\delta = \lambda(H_3O^+) [H_3O^+] + \lambda(CH_3COO^-) [CH_3COO^-]_f$$

من جدول التقدم :

$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f = \frac{x_f}{V} = [\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

ومنه يصبح :

$$\delta = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) [\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

$$\delta = (\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)) [\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{\delta}{\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{35.9 \cdot 10^{-3} + 4.1 \cdot 10^{-3}} = 1.25 \text{ mol/m}^3 = 1.25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

ب- إثبات أن $\tau_2 = 1.25\%$:

$$\tau_{f2} = \frac{x_{f2}}{x_{\max 2}}$$

مما سبق :

$$\bullet x_{f2} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} V_2$$

$$\bullet x_{\max 2} = C_2 V_2$$

$$\tau_{f2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} V_2}{C_2 V_2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{f2}}{C_2}$$

$$\tau_{f2} = \frac{1.25 \cdot 10^{-3}}{10^{-1}} = 1.25 \cdot 10^{-2} \quad (1.25\%)$$

$$\therefore K_2 = \frac{\tau_{f2} C_2}{1 - \tau_{f2}} \quad \text{ج- إثبات أن}$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{f2}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{f2}}$$

$$\tau_{f2} = \frac{x_{f2}}{x_{\max 2}} \rightarrow x_{f2} = \tau_{f2} \cdot x_{\max 2}$$

من جدول التقدم و بفرض أن التفاعل تام يكون :

$$n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) - x_{\max 2} = 0 \rightarrow x_{\max 2} = n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = C_2 V_2$$

يصبح :

$$x_{f2} = \tau_{f2} \cdot C_2 \cdot V_2$$

ومنه :

$$\bullet [\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} = \frac{x_{f2}}{V_2} = \frac{\tau_{f2} \cdot C_2 \cdot V_2}{V_2} = \tau_{f2} C_2$$

$$\bullet \left[\text{CH}_3\text{COO}^- \right]_{f2} = \frac{x_{f2}}{V_2} = \tau_{f2} C_2$$

$$\bullet \left[\text{CH}_3\text{COOH} \right]_{f2} = \frac{n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) - x_{f2}}{V_2} = \frac{C_2 V_2 - \tau_{f2} C_2 V_2}{V_2} = \frac{C_1 V_2 (1 - \tau_{f2})}{V_2} = C_1 (1 - \tau_{f2})$$

بالتعويض في عبارة K_2 نجد :

$$K_2 = \frac{(\tau_{f2} C_2)(\tau_{f2} C_2)}{C_2 (1 - \tau_{f2})} \rightarrow K_2 = \frac{\tau_{f2}^2 C_2}{1 - \tau_{f2}}$$

$$K_2 = \frac{(1.25 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 10^{-1}}{(1 - 1.25 \cdot 10^{-2})} = 1.6 \cdot 10^{-5}$$

د- علاقة K بالتراكيز الابتدائية :

$$C_1 = 2.7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \rightarrow K_1 = 1.6 \cdot 10^{-5}$$

$$C_1 = 1.0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L} \rightarrow K_2 = 1.6 \cdot 10^{-5}$$

$$C_2 > C_1 \rightarrow K_1 = K_2$$

هذا يعني أن ثابت التوازن الكيميائي لا يتعلق بالتراكيز الابتدائية عندما لا تتغير درجة الحرارة .

- تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي :

$$C_1 = 2.7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \rightarrow \tau_{f1} = 7.4 \%$$

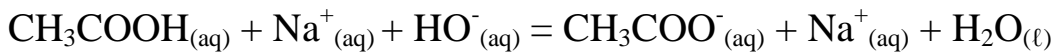
$$C_1 = 1.0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L} \rightarrow \tau_{f2} = 1.25\%$$

$$C_2 > C_1 \rightarrow \tau_{f2} < \tau_{f1}$$

هذا يعني أن نسبة التقدم النهائي تتناقص كلما ازدادت التراكيز الابتدائية .

التمرين الثالث :

1- معادلة التفاعل الحادث :



2- البيان الذي يعبر عن الصفة الحمضية هو البيان (1) و البيان الذي يوافق الصفة الأساسية هو البيان (2) لأن الحمض CH_3COOH متفاعل و الأساس CH_3COO^- ناتج و عليه تركيز الحمض أثناء المعايرة يتناقص و تركيز الأساس يتزايد .

3- احداثيي نقطة التكافؤ :

$$(\text{pH} = 8.2 , V_{\text{bE}} = 10 \text{ mL})$$

• التركيز C_a :

عند التكافؤ :

$$C_a V_a = C_b V_b \rightarrow C_a = \frac{C_b V_b}{V_a}$$

$$C_a = \frac{10^{-2} \times 10^{-2}}{10^{-2}} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

■ ثابت الحموضة K_a :



ومن الشكل-2 يكون :

$$\text{pKa} = 4.8 \rightarrow K_a = 10^{-4.8} = 1.58 \cdot 10^{-5}$$

■ مجال الـ pH الذي يتغلب فيه الحمض على الأساس هو : $(0 < \text{pH} < 4.8)$.

■ النسب المئوية للصفتين الحمضية و الأساسية :

من (الشكل-1) : $V_b = 6 \text{ mL} \rightarrow \text{pH} = 5$ بالإسقاط على المنحنيين في (الشكل-2) :

$$\text{CH}_3\text{COOH} \% = 36\%$$

$$\text{CH}_3\text{COO}^- \% = 64\%$$

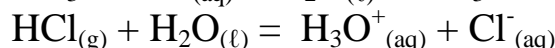
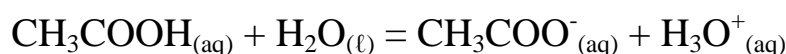
4

- الكاشف المناسب للمعايرة :

هو الفينول فتالين لأن مجال تغير لونه يتضمن قيمة الـ pH عند التكافؤ ..

التمرين الرابع :

1- معادلة انحلال كل حمض في الماء :



2- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
ابتدائية	$x = 0$	10^{-2} بزيادة 0 0
انتقالية	x	$10^{-2} - x$ بزيادة x x
نهائية	x_f	$10^{-2} - x_f$ بزيادة x_f x_f

$$n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = CV = 10^{-2} \cdot 1 = 10^{-2} \text{ mol}$$

■ التقدم النهائي :

$$\delta_{f1} = \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f + \lambda(\text{H}_3\text{O}^+)[\text{H}_3\text{O}^+]_f$$

$$\delta_{f1} = \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) \frac{n_f(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{V} + \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{n_f(\text{H}_3\text{O}^+)}{V}$$

$$\delta_{f1} = \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) \frac{x_{f1}}{V} + \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{x_{f1}}{V}$$

$$\delta_{f1} = (\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) + \lambda(\text{H}_3\text{O}^+)) \frac{x_{f1}}{V}$$

$$x_{f1} = \frac{\delta_{f1} V}{\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) + \lambda(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

$$x_{f1} = \frac{15.6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{4.1 \cdot 10^{-3} + 35.9 \cdot 10^{-3}} = 3.9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

■ نسبة التقدم النهائي :

$$\tau_{f1} = \frac{x_{f1}}{x_{\max 1}}$$

باعتبار التفاعل انتهى :

$$n_0 - x_{\max 1} = 0 \rightarrow x_{\max 1} = n_0 = CV$$

$$x_{\max 1} = 10^{-2} \cdot 1 = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\tau_{f1} = \frac{3.9 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 3.9 \cdot 10^{-2} \quad (\tau = 3.9 \%)$$

■ قيمة الـ pH :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{f1} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V} = \frac{x_{f1}}{V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{f1} = \frac{3.9 \times 10^{-4}}{1} = 3.9 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH}_1 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{f1} = 3.4$$

■ نوع التفاعل :
التفاعل محدود (غير تام) لأن : $\tau_f < 1$.

■ جدول التقدم :

الحالة	التقدم	HCl	+	H ₂ O	=	H ₃ O ⁺	+	Cl ⁻
ابتدائية	x = 0	10 ⁻²		زيادة		0		0
انتقالية	x	10 ⁻² - x		زيادة		x		x
نهائية	x _f	10 ⁻² - x _f		زيادة		x _f		x _f

$$n_0(\text{HCl}) = CV = 10^{-2} \cdot 1 = 10^{-2} \text{ mol}$$

■ التقدم النهائي :

$$\delta_{f2} = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+)[\text{H}_3\text{O}^+]_f + \lambda(\text{Cl}^-)[\text{Cl}^-]_f$$

$$\delta_{f2} = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{n_f(\text{H}_3\text{O}^+)}{V} + \lambda(\text{Cl}^-) \frac{n_f(\text{Cl}^-)}{V}$$

$$\delta_{f2} = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{x_{f2}}{V} + \lambda(\text{Cl}^-) \frac{x_{f2}}{V}$$

$$\delta_{f2} = (\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)) \frac{x_{f2}}{V}$$

$$x_{f2} = \frac{\delta_{f2} V}{\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)}$$

$$x_{f2} = \frac{43.5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{35.9 \cdot 10^{-3} + 7.6 \cdot 10^{-3}} = 10^{-2} \text{ mol}$$

■ نسبة التقدم النهائي :

$$\tau_{f2} = \frac{x_{f2}}{x_{\max 2}}$$

باعتبار التفاعل انتهى :

$$n_0 - x_{\max 2} = 0 \rightarrow x_{\max 2} = n_0 = CV$$

$$x_{\max 2} = 10^{-2} \cdot 1 = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\tau_{f2} = \frac{10^{-2}}{10^{-2}} = 1 \quad (\tau = 100 \%)$$

■ قيمة الـ pH :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V} = \frac{x_{f2}}{V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH}_2 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{f2} = 2$$

■ نوع التفاعل :

التفاعل تام لأن : $\tau_f = 1$.

3- تراكيز الأفراد الكيميائية في المحلول (S_1) :

$$\bullet [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\bullet [\text{HO}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$\bullet [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{n(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{V} = \frac{x_f}{V} = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{10^{-2}}{1} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\bullet [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{V} = \frac{n_0 - x_f}{V}$$

$$n_0 = CV = 10^{-2} \cdot 1 = 10^{-2}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{10^{-2} - 3.9 \cdot 10^{-4}}{1} = 9.61 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

■ ثابت الحموضة K_a :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$K_a = \frac{3.9 \times 10^{-4} \cdot 3.9 \times 10^{-4}}{9.61 \cdot 10^{-3}} = 1.58 \times 10^{-5}$$

■ المقارنة بين CH_3COOH و HCOOH من حيث القوة :

$$\bullet \text{p}K_{a1}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = -\log 1.58 \cdot 10^{-5} = 4.8$$

$$\bullet \text{p}K_{a2}(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3.8$$

$$\text{p}K_{a2} < \text{p}K_{a1}$$

إذن الحمض HCOOH أقوى من الحمض CH_3COOH

التمرين الخامس :

I-1- أ- حجم المحلول الحمضي المضاف :

من الشكل-2 و عند التكافؤ أين يكون : $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 1$ ($[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$) يكون الحجم المضاف :

$$V_{aE/2} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ mL}$$

و نعلم أن الحجم المضاف عند التكافؤ هو نصف الحجم اللازم للتكافؤ أي :

$$V_{aE/2} = \frac{V_{aE}}{2} \rightarrow V_{aE} = 2V_{aE/2} = 2 \cdot 10 = 40 \text{ mL}$$

ب- التركيز المولي C_b الابتدائي لمحلول النشادر :

عند التكافؤ :

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

$$C_b = \frac{10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

2- قيمة الـ $\text{p}K_a$:

و لدينا :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$-\log K_a = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}\right)$$

$$-\log K_a = - (\log [H_3O^+] + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]})$$

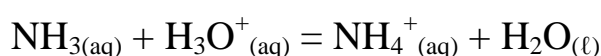
$$-\log K_a = - \log [H_3O^+] - \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$pK_a = pH - \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

قبل المعايرة ($V_a = 0$) يكون : $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 5$ ، $pH = 11.5$. بالتعويض نجد :

$$pK_a = 11.5 - \log 5 = 10.8$$

II- 1- معادلة التفاعل الحادث :



2- إحداثي نقطة التكافؤ :

من الشكل-2 يكون :

$$(V_E = 40 \text{ mL} , pH = 5.8)$$

3- الكاشف المناسب للمعايرة هو أحمر الميثيل لأن مجال تغير لونه يتضمن قيمة الـ pH عن التكافؤ ($pH = 5.8$) .

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****

ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم

الخروب - قسنطينة

Fares_Fergani@yahoo.Fr

Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الموضوع و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

sites.google.com/site/faresfergani