

حل التمرين الأول :



1. جدول تقدم التفاعل:

المعادلة	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$		
الحالة الابتدائية	n_0	بوفرة	0
الحالة الانتقالية	$n_0 - x(t)$		$x(t)$
الحالة النهائية	$n_0 - x_{eq}$		x_{eq}

2. لنعبر عن G_{eq} بدلالة x_{eq} ، V :

نعلم أن : $G(t) = K \cdot \sigma(t)$; $\sigma(t) = \sum \lambda_i [x_i]$

$$G(t) = \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]_{(aq)}(t) + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_{(aq)}(t)$$

$$[CH_3COO^-]_{(aq)}(t) = [H_3O^+]_{(aq)}(t) = \frac{x(t)}{V}$$

عند التوازن :

$$G_{eq} = K \cdot \left(\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+} \right) \frac{x_{eq}}{V}$$

$$V = 0,1l = 10^{-4} m^3$$

$$x_{eq} = \frac{(G_{eq} V)}{K \cdot (\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+})} = \frac{2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-4}}{0,0125 \cdot (54,6 + 34,98) 10^{-4}} = 1,98 \cdot 10^{-4} mol$$

$$x_{eq} = 1,98 \cdot 10^{-4} mol$$

3. لنعبر عن Q_{req} بدلالة x_{eq} و V و قيمته :

$$Q_{req} = \frac{[CH_3COO^-]_{(aq)} [H_3O^+]_{(aq)}}{[CH_3COOH]_{(aq)}}$$

$$Q_{req} = \frac{\left(\frac{x_{eq}}{V} \right)^2}{\left(\frac{n_0 - x_{eq}}{V} \right)} ; n_0 = CV$$

$$Q_{req} = 1,6 \cdot 10^{-4}$$



1. لنبين أن : $C_a = 23,8 \text{ mol / L}$

$$C_a = \frac{10.p.d}{M} = \frac{10.90.1,22}{46} = 23,8 \text{ mol / L}$$

2. تعريف الحمض حسب برونستد : هو كل فرد كيميائي قادر على التخلي على بروتون أو أكثر خلال تفاعل كيميائي .

1.3. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة	$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$		
الحالة الابتدائية	n_0		0
الحالة الانتقالية	$n_0 - x(t)$	بوفرة	$x(t)$
الحالة النهائية	$n_0 - x_{eq}$		x_{eq}

2.3. عبارة ثابت التوازن : $K_a = Q_{r,f} = \frac{[HCOO^-_{(aq)}]_f [H_3O^+_{(aq)}]_f}{[HCOOH_{(aq)}]_f}$

3.3. حساب التراكيز المولية :

$$\begin{cases} [HCOO^-_{(aq)}]_f = [H_3O^+_{(aq)}]_f = 10^{-PH} = 10^{-2,7} = 1,99 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L} \\ [HCOOH_{(aq)}]_f = C_1 - [H_3O^+_{(aq)}]_f = 2,7 \cdot 10^{-2} - 1,99 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol / L} \end{cases}$$

- نسبة التقدم النهائي τ_{f_1} :

$$\tau_{f_1} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-PH_1}}{C_1} = \frac{1,99 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^{-2} = 8\%$$

4.3. لنتحقق أن $K = 1,58 \cdot 10^{-4}$

$$K = \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{2,7 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-3}} = 1,58 \cdot 10^{-4}$$

1.4. عبارة ثابت التوازن :

$$K = \frac{[HCOO^-_{(aq)}]_f [H_3O^+_{(aq)}]_f}{[HCOOH_{(aq)}]_f} = \frac{(10^{-PH_2})^2}{C_2 - 10^{-PH_2}}$$

$$K (C_2 - 10^{-PH_2}) = 10^{-2PH_2}$$

$$C_2 = \frac{10^{-2PH_2}}{K} + 10^{-PH_2} = 7,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L}$$

2.4. الحجم الواجب أخذه للحصول على S_2 :

باستعمال قانون التخفيف

$$n_1 = n_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{7,32 \cdot 10^{-2} \times 1}{2,7 \cdot 10^{-2}} = 2,71 \text{ L}$$

3.4. حساب τ_{f_2} :

$$\tau_{f_2} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-PH_2}}{C_2} = \frac{10^{-3}}{7,32 \cdot 10^{-2}} = 0,013 = 13\%$$

4.4. نلاحظ أن: $\tau_{f_1} \neq \tau_{f_2}$

الإستنتاج: النسبة النهائية لتقدم التفاعل تتعلق بالحالة الابتدائية للجملة .

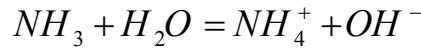
حل التمرين الثالث :



الجزء الأول :

1.

1.1. معادلة تفاعل النشادر مع الماء :



2.1.

$$Ke = [H_3O^+]_f \cdot [OH^-]_f = 10^{-14}$$

$$[OH^-]_f = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]_f}$$

$$\tau_f = \frac{10^{-14}}{C_0 \cdot [H_3O^+]_f}$$

3.1. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة	$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$			
الحالة الابتدائية	n_0	بوفرة	0	0
الحالة الانتقالية	$n_0 - x(t)$		$x(t)$	$x(t)$
الحالة النهائية	$n_0 - x_f$		x_f	x_f

4.1. لنبين أن: $Ka = 10^{-14} (1 - \tau_f) / C_0 \tau_f^2$

عبارة ثابت الحموضة للثنائية (NH_4^+ / NH_3)

$$Ka = \frac{[NH_3]_f [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f}$$

$$\begin{cases} [NH_4^+]_f = [OH^-]_f = C_0 \cdot \tau_f \\ [NH_3]_f = C_0 - C_0 \cdot \tau_f \end{cases}$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{10^{-14}}{[OH^-]_f}$$

$$Ka = \frac{C_0(1-\tau_f)10^{-14}}{(C_0 \cdot \tau_f)^2} = \frac{(1-\tau_f)10^{-14}}{C_0 \cdot \tau_f^2}$$

- حساب Ka :

$$\tau_f = \frac{10^{-14}}{C_0 \cdot [H_3O^+]_f} = \frac{10^{-14+PH}}{C_0} = \frac{10^{-14+11,1}}{0,1} = 0,0125$$

$$Ka = \frac{(1-\tau_f)10^{-14}}{C_0 \cdot \tau_f^2} = 6,31 \cdot 10^{-10}$$

1.2. كتابة معادلة التفاعل : $NH_3 + H_3O^+ = NH_4^+ + H_2O$

2.2. حساب V_{aE} :

$$n(NH_3) = n_E(H_3O^+)$$

$$C_b V_b = C_a V_{aE} \Rightarrow V_{aE} = \frac{C_b V_b}{C_a} = \frac{0,1 \cdot 40}{0,05} = 80 ml$$

3.2. لكي يكون $PH = PK_a$ يجب سكب حجم قدره : $V(1/2E) = \frac{V_{aE}}{2} = \frac{80}{2} = 40 ml$

الجزء الثاني :

1. المحلول S_1 (أساس) : حساب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f

$$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_0} = \frac{10^{-14+PH}}{C_0} = \frac{10^{-14+12}}{10^{-2}} = 1$$

$\tau_f = 1$: إذا المحلول S_1 أساس قوي تفككه تام في الماء (مئات البوتاسيوم).

المحلول S_2 (حمض) : حساب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0} = \frac{10^{-PH}}{C_0} = \frac{10^{-3,4}}{10^{-2}} = 0,039$$

$\tau_f < 1$: إذا المحلول S_2 حمض ضعيف تفككه جزئي في الماء (حمض الإيثانويك).

المحلول S_3 (أساس) : حساب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f

$$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_0} = \frac{10^{-14+PH}}{C_0} = \frac{10^{-14+10,6}}{10^{-2}} = 0,039$$

$\tau_f < 1$: إذا المحلول S_2 أساس ضعيف تفككه جزئي في الماء (محلل غاز ميثان أمين).

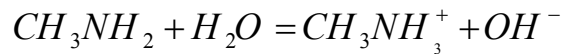
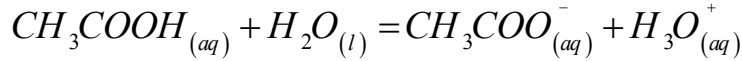
المحلول S_4 (حمض) : حساب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0} = \frac{10^{-PH}}{C_0} = \frac{10^{-2}}{10^{-2}} = 1$$

$\tau_f = 1$: إذا المحلول S_4 حمض قوي تفككه تام في الماء (حمض الأزوت) .

S_4	S_3	S_2	S_1	المحلول
$PH = 2$	$PH = 12$	$PH = 10,6$	$PH = 3,4$	قيمة الـ PH

2



حل التمرين الرابع بكالوريا عت 2011:



1 - الثنائيتان هما : CH_3COOH / CH_3COO^- ، H_3O^+ / H_2O

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q} [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}} \quad - 2$$

، ولدينا ، $[CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \approx [H_3O^+]_{\acute{e}q}$ و $[CH_3COOH]_{\acute{e}q} = C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}$ ،

$$K = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}} \quad \text{وبالتالي}$$

$$\sigma_t = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-] \quad - 3$$

وذلك بإهمال $[OH^-]$

4 - جدول التقدّم :

$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
C_0V	بكترة	0	0
$C_0V - x$	----	x	x
$C_0V - x_{\acute{e}q}$	-----	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$
$C_0V - x_m$	-----	x_m	x_m

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}) = 1,6 \times 10^{-2} \quad \text{أ - 5} \quad \text{ومنه}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{1,6 \times 10^{-2}}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})} = \frac{1,6 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-3}} = 0,4 \text{ mol / m}^3$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = 4 \times 10^{-4} \text{ mol / L}$$

$$[CH_3COO^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} = 4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

(فائقة القلة) $[OH^-]_{\text{éq}}$ لا داعي لحساب $[CH_3COOH]_{\text{éq}} = C_0 - [H_3O^+]_{\text{éq}} = 10^{-2} - 4 \times 10^{-4} = 9,6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$K = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\text{éq}}} = \frac{(4 \times 10^{-4})^2}{9,6 \times 10^{-3}} = 1,67 \times 10^{-5} \quad (\text{ب})$$

(ج) $\tau_f = \frac{x_{\text{éq}}}{x_m} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{C_0} = \frac{4 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 0,04$ بما أن $\tau_f < 1$ فإن تشرّد حمض الإيثانويك في الماء محدود

أو نقول : نستنتج أن حمض الإيثانويك هو حمض ضعيف في الماء .

حل التمرين الخامس :



1. إحداثي نقطة التكافؤ :

نستعمل طريقة المماسين المتوازيين فنجد : $E(V_{bE} = 25 \text{ cm}^3; PH_E = 8,2)$

2. استنتاج تركيز حمض الإيثانويك :

عند نقطة التكافؤ يكون : $n_0(CH_3COOH) = n_E(OH^-)$

$$C_d V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V}$$

$$C_a = \frac{0,02 \cdot 25}{40} = 0,0125 \text{ mol/l}$$

3. تعيين قيمة الـ pKa للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) .

نعلم أنه عند نقطة نصف التكافؤ يكون : $PH = PKa$ ، $(V_{b,1/2E} = \frac{V_{bE}}{2} = 25/2 = 12,5 \text{ ml})$

من البيان نجد : $PH = PKa = 4,8$

- لنبين أن CH_3COOH حمض ضعيف :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a} = \frac{10^{-PH}}{C_a}$$

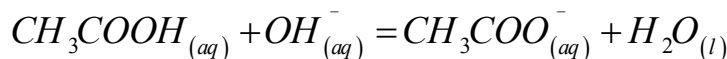
من أجل : $V_b = 0$ لدينا : $PH = 3,4$

$$\tau_f = \frac{10^{-PH}}{C_a}$$

$$\tau_f = \frac{10^{-3,4}}{0,0125} = 0,033 < 1$$

إذا $\tau_f < 1$ CH_3COOH حمض ضعيف.

4. معادلة تفاعل المعايرة :



5. حساب ثابت التوازن :

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f [OH^-]_f}$$

$$= \frac{[CH_3COO^-]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f \cdot [OH^-]_f \cdot [H_3O^+]_f} = \frac{K_a}{K_e}$$

$$K = \frac{10^{-4,8}}{10^{-14}} = 10^{9,2}$$

$$K = 10^{9,2}$$

6. حساب τ_f :

$$PH = PKa + \text{Log} \left(\frac{[A^-]}{[AH]} \right) \text{ لدينا}$$

من أجل : $V_b = 16ml$ نلاحظ أن $V_{bE} < 16ml$ يكون OH^- هو المتفاعل المحد .
حساب x_{\max} :

$$x_{\max} = C_b V_{bE} = 0,02 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

من أجل $V_b = 16ml$ يكون $PH = 5$

$$[A^-]_f = \frac{x_f}{(V_a + V_b)}; [AH]_f = \frac{(C_d V_a - x_f)}{(V_a + V_b)}$$

$$5 = 4,8 + \text{Log} \left(\frac{x_f}{C_d V_a - x_f} \right) \Rightarrow \text{Log} \left(\frac{x_f}{C_d V_a - x_f} \right) = 0,2 \text{ ع-ت}$$

$$\frac{x_f}{C_d V_a - x_f} = 10^{0,2} = 1,58 \Rightarrow x_f = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{0,3 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 10^{-3}} = 1$$

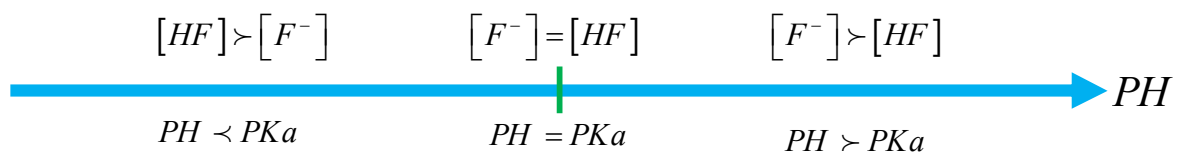
7- الكاشف المناسب هو الفينول فتالين لأن : PH_E ينتمي إلى مجال تغيره اللوني .

حل التمرين السادس :



1. مجالات تغلب الصفة الحمضية والأساسية :

عند مناقشة العلاقة $PH = PKa + \text{Log} \left(\frac{[F^-]}{[HF]} \right)$ نتوصل إلى المخطط التالي :



2. المنحنى (1) : يمثل نسبة HF ، المنحنى (2) : يمثل نسبة F⁻

3. عند : PH = 2

الصفة الحمضية هي الغالبة . PH = 2 < 3,2

الصفة الأساسية هي الغالبة . PH = 5 > 3,2

4. كيفية إيجاد ثابت الحموضة Ka :

$$\text{نعلم أن : } PH = PKa + \text{Log} \left(\frac{[F^-]}{[HF]} \right)$$

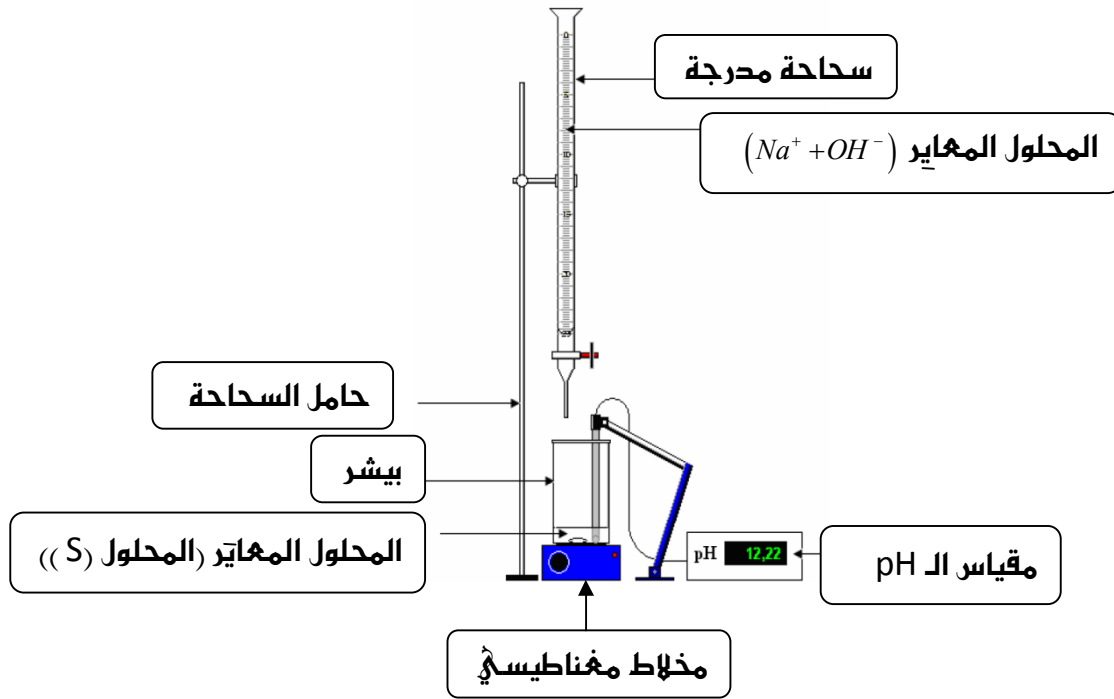
من أجل : $[F^-] = [HF] = 50\%$ يكون : $\text{Log} \left(\frac{[F^-]}{[HF]} \right) = 0$

فيكون : $PH = PKa = 3,2$ وعليه : $Ka = 10^{-PKa} = 10^{-3,2}$

حل التمرين السابع :

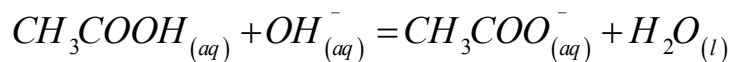


1- مخطط المعايرة :



2. عند نقطة التكافؤ : $PH_E = 8,6$ هذا يعني أن التفاعل تم بين حمض ضعيف و أساس قوي .

1.3. معادلة تفاعل المعايرة :



2.3. كسر التفاعل (Q_r) عند التوازن K :

$$K = \frac{[CH_3COO^-_{(aq)}]_f}{[CH_3COOH_{(aq)}]_f \cdot [OH^-_{(aq)}]_f}$$

$$= \frac{[CH_3COO^-]_{(aq)} \cdot [H_3O^+]_{(aq)}}{[CH_3COOH]_{(aq)} \cdot [OH^-]_{(aq)} \cdot [H_3O^+]_{(aq)}} = \frac{K_a}{K_e}$$

نعلم أنه عند نقطة نصف التكافؤ يكون: $PH = PKa$ ، $(V_{b,1/2E} = \frac{V_{bE}}{2} = 20/2 = 10ml)$

من البيان نجد : $PH = PKa = 4,7$

إذن : $Ka = 10^{-PKa} = 10^{-4,7}$

وعليه : $K = 10^{-4,7+14} = 2.10^9$

1.4 إحداثي نقطة التكافؤ: $(V_{bE} = 20cm^3; PH_E = 8,6)$

-تركيز حمض الخل :

$$C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V} = 0,1 mol / L$$

$$C_s = 10.C_a = 10.0,1 = 1 mol / L$$

-كمية مادة الخل في 100g

لدينا :

$$\mu = \frac{m}{V}; n = CV$$

$$n = CV = \frac{C.m}{\mu} = 0,098 mol$$

2.4 درجة الخل :

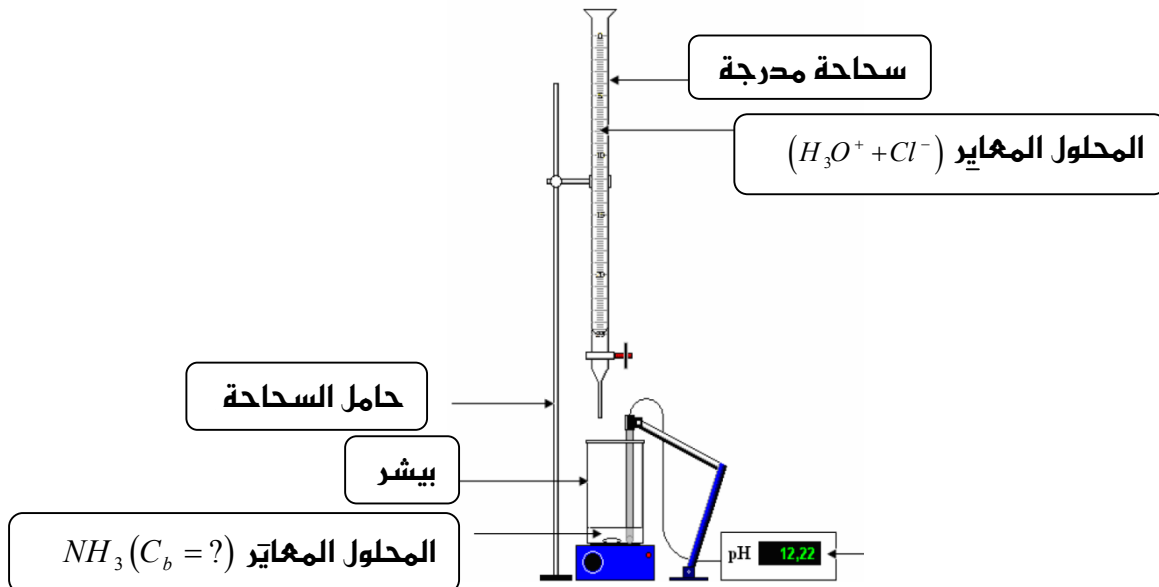
$$D = M.n = 0,098.60 = 5,88^\circ$$

3.4 نعم المعلومة المكتوبة على القارورة صحيحة وهذا في حدود أخطاء القياسات التجريبية

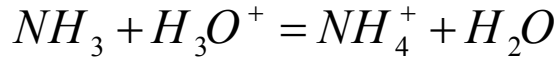
حل التمرين الثامن :



1. مخطط المعايرة :



2. معادلة تفاعل المعايرة :



3. حساب ثابت التوازن لهذا التفاعل :

$$K = \frac{[NH_4^+]_f}{[NH_3]_f [H_3O^+]_f}$$
$$K_a = \frac{[A^-]_f [H_3O^+]_f}{[AH]_f} = \frac{[NH_3]_f [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f} \Rightarrow K = \frac{1}{K_a} = \frac{1}{10^{-PK_a}} = \frac{1}{10^{-9,9}} = 7,94.10^9$$

4. تعيين نقطة التكافؤ : $E(V_{aE} = 20ml; PH_E = 5,2)$

- استنتاج تركيز C_b :
عند نقطة التكافؤ :

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

$$C_b = \frac{0,1.20}{20} = 0,1 mol / l$$

5. عند نقطة التكافؤ $PH < 7$:

عند نقطة التكافؤ تختفي كليا الصفة الأساسية NH_3 والتي تكون قد تم تعديلها كليا بـ H_3O^+ وفق معادلة التفاعل السابقة فعند نقطة التكافؤ نجد في المحلول NH_4^+ له صفة حمضية وعليه $PH < 7$
6. الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو : أحمر الميثيل .

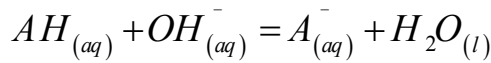
حل التمرين التاسع :



1. الأفراد المعايرة والمعايرة :

أ- المعايرة : محلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + OH^-$)
ب- المعايرة : حمض السالسيك .

2. معادلة تفاعل المعايرة : نرسم اختصارا الحمض الأستيل سالسيليك بالزمر AH



3. منحنى المعايرة هو المنحنى (1)

خصائصه : يمكن أن نقسمه إلى ثلاثة أجزاء :

الجزء الأول : $0 < V_b < 25ml$ تغير الـ PH يكون ببطء.

الجزء الثاني : $25ml < V_b < 30ml$ تغير الـ PH يكون ببطء.

الجزء الثالث : $V_b > 30ml$ تغير الـ PH يكون ببطء.

4. المنحنى المشتق هو المنحنى (2) نمثله للتعرف على نقطة حجم المحلول المعاير عند نقطة التكافؤ.

5. تعيين نقطة التكافؤ : نستعمل طريقة المماسين المتوازيين فنجد : $E(V_{bE} = 28cm^3; PH_E = 7,4)$

6. حساب تركيز C_a :

عند نقطة التكافؤ يكون :

$$n_0(AH) = n_0(OH^-)$$

$$C_d V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a} \Rightarrow C_a = \frac{0,01.28}{20} = 0,014 \text{ mol / l}$$

7. لنبين أنه يمكن حساب ثابت التوازن لتفاعل المعايرة بالعلاقة

$$K = \frac{[A_{(aq)}^-]_f}{[AH_{(aq)}]_f \cdot [OH_{(aq)}^-]_f}$$

$$K = \frac{[A_{(aq)}^-]_f \cdot [H_3O_{(aq)}^+]_f}{[AH_{(aq)}]_f \cdot [OH_{(aq)}^-]_f \cdot [H_3O_{(aq)}^+]_f}$$

$$= \frac{K_a}{K_e} = \frac{10^{-pKa}}{10^{-pKe}}$$

$$\boxed{K = 10^{pKe - pKa}}$$

$$K = 10^{pKe - pKa} = 10^{14-3} = 10^{11}$$

$K > 10^4$ ومنه فتفاعل المعايرة تام .

8. حساب τ_f عند سكب حجم قدره $V_b = 25 \text{ ml}$

$$\text{لدينا : } PH = PKa + \text{Log} \left(\frac{[A^-]}{[AH]} \right)$$

من أجل : $V_b = 25 \text{ ml}$ نلاحظ أن $V_b < V_{bE} = 25 \text{ ml}$ يكون OH^- هو المتفاعل المحد .

حساب x_{\max} :

$$x_{\max} = C_b V_{bE} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

من أجل $V_b = 25 \text{ ml}$ يكون $PH = 4$

$$[A^-] = \frac{x_f}{(V_a + V_b)} ; [AH]_f = \frac{(C_d V_a - x_f)}{(V_a + V_b)}$$

ت-ع :

$$4 = 3 + \text{Log} \left(\frac{x_f}{C_d V_a - x_f} \right) \Rightarrow \text{Log} \left(\frac{x_f}{C_d V_a - x_f} \right) = 1$$

$$\frac{x_f}{C_d V_a - x_f} = 10^1 = 10 \Rightarrow \boxed{x_f = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 10^{-4}} = 1$$

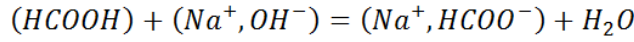
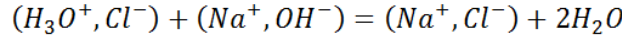
حل التمرين العاشر :



1. البيان I: $(V_E = 10 \text{ mL} ; pH = 7)$

البيان II: $(V_E = 10\text{mL} ; pH = 8,2)$

عندما نعاير حمضا قويا بأساس قوي يكون $p_E = 7$ ، وبالتالي البيان II يوافق معايرة (H_3O^+, Cl^-)
2. معادلة التفاعل لكل معايرة :



3. حساب قيمة C_B : من البيان I لدينا التركيز المولي لـ (H_3O^+, Cl^-) هو $C_A = 0,01 \text{ mol/L}$ و $pH = 2$ قبل

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C_B = \frac{0,01 \times 40}{10} = 0,04 \text{ mol/L}$$
 إضافة الأساس، إذن عند نقطة التكافؤ:

4. حساب التركيز المولي لمحلل حمض الميثانويك C'_A :

$$C'_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C'_A = \frac{0,04 \times 10}{40} = 0,01 \text{ mol/L}$$
 عند نقطة التكافؤ:

5. حساب كتلة حمض الميثانويك المنحلة في 1L من محلول حمض الميثانويك :

$$m = n' \times M = 0,01 \times 46 = 0,46 \text{ g}$$
 ومنه $n' = C'_A \times V = 0,01 \times 1 = 0,01 \text{ mol}$

حل التمرين الحادي عشر : بكالوريا 2011.



1 - أ) 27% معناه أن 100g من المحلول (S) تحتوي على 27g من NaOH النقي .

$$\rho_{NaOH} = 1,3 \times 1 = 1,3 \text{ g/mL}$$
 ومنها $d = \frac{\rho_{NaOH}}{\rho_{eau}}$ لدينا

$$V = \frac{m}{\rho_{NaOH}} = \frac{100}{1,3} = 76,92 \text{ mL}$$
 نحسب الحجم الذي تشغله 100g من NaOH

$$n = \frac{27}{40} = 0,675 \text{ mol}$$
 نحسب كمية المادة النقية في 27g من NaOH

$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{0,675}{76,92} \approx 8,8 \text{ mol/L}$$
 هو التركيز المولي

$$C_0 = 10 \times \frac{P}{M} d = 10 \times \frac{27}{40} \times 1,3 \approx 8,8 \text{ mol/L}$$
 أو : إذا كنت تتذكر القانون الذي أعطي لك في السنة الأولى :

$$V_A = \frac{C_B V_B}{C_A} = \frac{8,8 \times 10}{0,1} = 880 \text{ mL}$$
 ب) عند التكافؤ

ج) سحاحة متوسطة الحجم تكون سعتها 50 mL ، ونحن لدينا حجما يساوي 880 mL .

إن العدد $17,6 = \frac{880}{50}$ هو عدد المرات التي يجب ملء هذه السحاحة (17 مرة ثم حوالي نصف السحاحة) حتى نحصل على

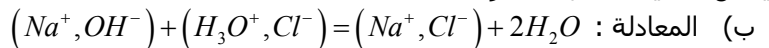
التكافؤ ، وبالتالي تحقيق العملية يكون غير سهل .

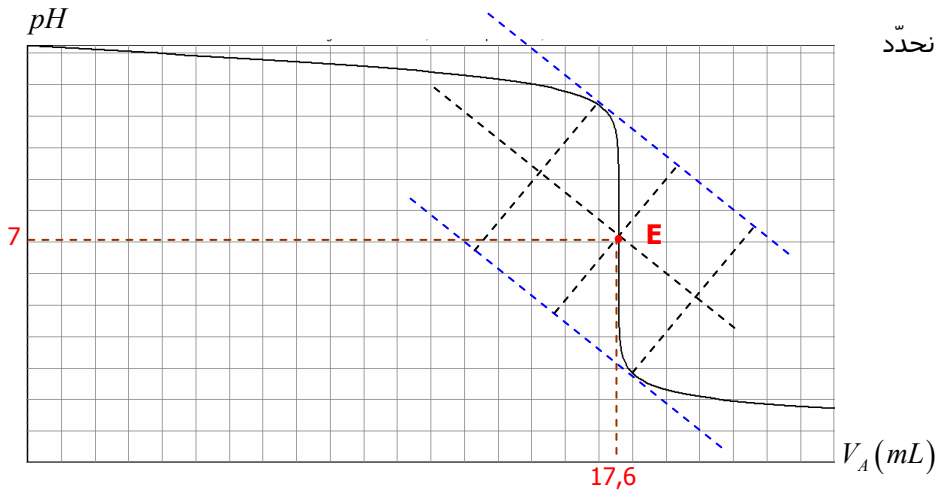
$$V = \frac{500}{50} = 10 \text{ mL}$$
 2 - الحجم الذي نأخذه من العينة هو

البروتوكول التجريبي : نأخذ بواسطة ماصة حجما قدره 5 mL من المحلول (S) ونضعه في حوجلة سعتها 500 mL ، ثم نكمل بالماء المقطر (495 mL) إلى خط الحوجلة .

3 - ملاحظة : تكرير العملية محصور فقط في إضافة حجوم مختلفة من المحلول الحمضي وقياس الـ pH بعد كل إضافة .

أ) يجب أن تكون خلية المسبار مغمورة تماما في المحلول ، وأن لا تمس قعر البيشر بحيث لما يدور المخلاط المغناطيسي لا يمس الخلية ، تجنبنا لكسرها .





(ج) بواسطة طريقة المماسين المتوازيين نحدد نقطة التكافؤ E ، (7 ; 17,6)

(د) التركيز المولي للمحلول (S) :
عند التكافؤ :

$$C_B = \frac{C_A V_{AE}}{V_B} = \frac{0,1 \times 17,6}{10} = 0,176 \text{ mol / L}$$

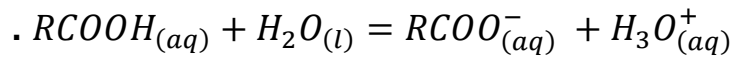
التركيز المولي للعينة :

$$C_0 = 50 \times C_B = 50 \times 0,176 = 8,8 \text{ mol / L}$$

حل التمرين الثاني عشر :



(1) نحل في لتر من الماء المقطر 0,6g من حمض عضوي صيغته R - COOH .
(أ) عبارة ال K_a لانحلال الحمض في الماء.



لدينا الثانية : $RCOOH_{(aq)} / RCOO^-_{(aq)}$

$$. K_a = \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f [H_3O^+_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

(ب) ال pH بدلالة ال pK_a و $\log \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]}$

$$K_a = \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f [H_3O^+_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

$$\frac{K_a}{[H_3O^+_{(aq)}]_f} = \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

$$\log \frac{K_a}{[H_3O^+_{(aq)}]_f} = \log \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

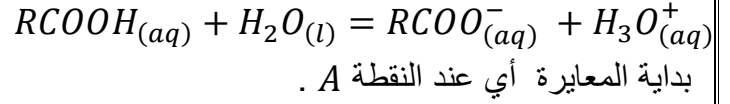
$$. \log K_a - \log [H_3O^+_{(aq)}]_f = \log \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

$$. pH = -\log [H_3O^+_{(aq)}]_f$$

$$. -\log [H_3O^+_{(aq)}]_f = -\log K_a + \log \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

$$. pH = pK_a + \log \frac{[RCOO^-_{(aq)}]_f}{[RCOOH_{(aq)}]_f}$$

2) نأخذ 20mL من المحلول S_A و نعايرها بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 2 \times 10^{-2} mol/L$ و عند كل إضافة للمحلول الأساسي نأخذ قياسات معينة عند الدرجة $25^\circ C$ فتمكنا من تمثيل البيان المرفق حيث $[RCOOH]$ هو التركيز المولي للحمض المتبقي .
 حساب تراكيز الأفراد الكيميائية عند النقطة A (بداية المعايرة) تراكيز الأفراد الكيميائية التالية :
 H_3O^+ ، $RCOO^-$ ، $RCOOH$



لما $\log \frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f} = 0$ يكون $pH = pK_a$

أي $pK_a = 4,75$

عند النقطة A $\log \frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f} = -1,37$

علاقة اندرسون

$$pH = pK_a + \log \frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f}$$

$pH = 4,75 - 1,37 = 3,38$

$$[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 10^{-3,38} = 4,17 \times 10^{-4} mol/L$$

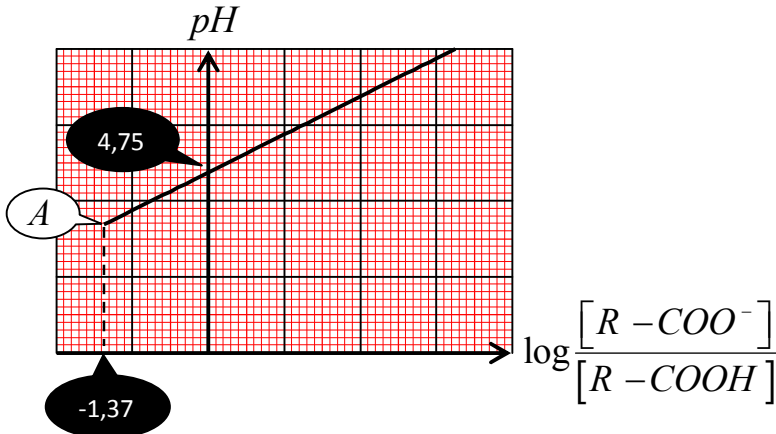
$\log \frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f} = -1,37$

$$\frac{[RCOO^-]_f}{[RCOOH]_f} = 10^{-1,37} = 4,26 \times 10^{-2}$$

$[RCOOH]_f = \frac{[RCOO^-]_f}{4,26 \times 10^{-2}} = \frac{4,17 \times 10^{-4}}{4,26 \times 10^{-2}} = 9,7 \times 10^{-3} mol/L$

$$[H_3O^+]_f = [RCOO^-]_f = 4,17 \times 10^{-4} mol/L$$

$[RCOOH]_f = 9,7 \times 10^{-3} mol/L$



(3) إن حجم الصود المضاف عند التكافؤ هو $V_b = 10\text{mL}$.
 أ) حساب التركيز المولي للمحلول الحمضي

	$RCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
$t = 0$	CV	زيادة	0	0
t	$CV - x$	زيادة	x	x
t_f	$CV - x_f$	زيادة	x_f	x_f

$$[RCOOH_{(aq)}]_f = \frac{CV - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} = C_a - [H_3O^+_{(aq)}]_f$$

$$. C_a = [RCOOH_{(aq)}]_f + [H_3O^+_{(aq)}]_f$$

$$. C_a = 9,7 \times 10^{-3} + 4,17 \times 10^{-4} = 1,01 \times 10^{-2} \text{mol/L}$$

ب) الصيغة المجملة للحمض العضوي
 ثم اكتب صيغته نصف المفصلة واذكر أسمه .

$$. M = 14n + 46$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,6}{14n+46}$$

$$0,6 = 1,01 \times 10^{-2} \times (14n + 46)$$

$$. n = 1 \text{ ومنه } 60 = 14n + 46$$

الصيغة المجملة للحمض هي CH_3COOH هو حمض الخل .