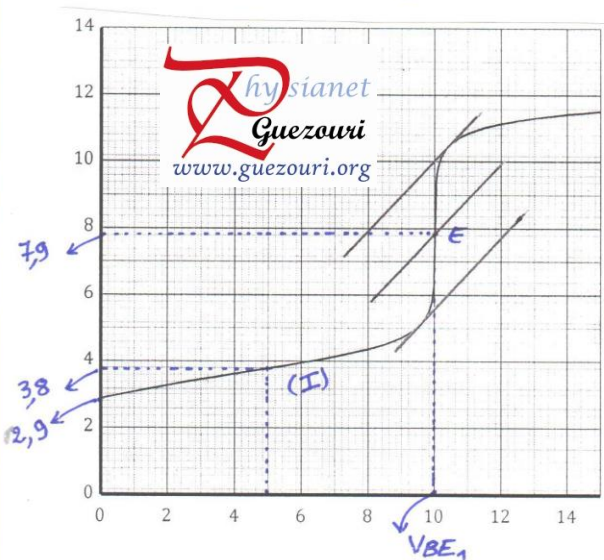
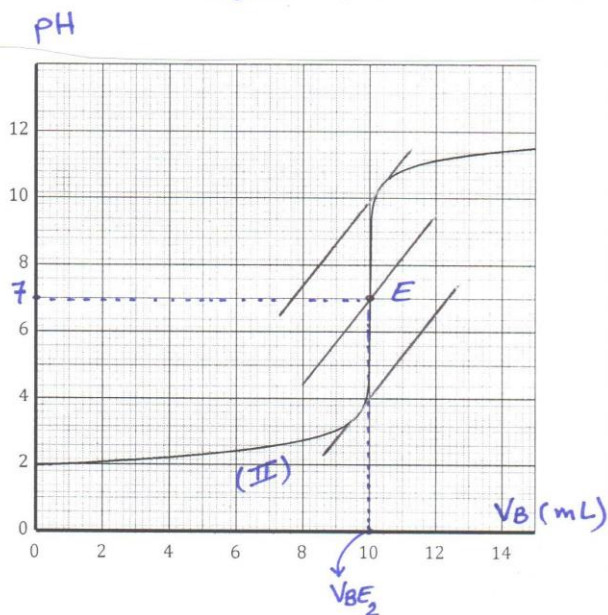


التمرين 02

- 1- نتعرف عنه البيانيه عن طريق تحديد  
م نقطه التكافؤ تكلم معايرة .  
بطريقة المماسين المتوازيين



$pH_E = 7,9$  (I) البيانه  
 $pH_E = 7$  (II) البيانه

عند معايرة حمض قوي ؛ الملح الناتج عند التكافؤ  
( $Na^+$ ,  $Cl^-$ ) هو ملح معتدل ، لأنه  $Na^+$  و  $Cl^-$   
لا يؤثران في الماء (  $pH = 7$  )  
عند معايرة حمض ضعيف ؛ الملح الناتج عند  
التكافؤ ( $HCOO^-$ ,  $Na^+$ ) هو ملح قاعدي

التمرين 01

$$pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$\log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 8 - 4,8 = 3,2$$

$$\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 10^{3,2} = 1585$$

$$[CH_3COO^-] = 1585 [CH_3COOH]$$

$CH_3COO^-$  الفرد المتغلب هو  
أو نقول بكل اختصار :

بما أن  $pH > pK_a$  إذن

$$\log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} > 0 \rightarrow [CH_3COO^-] > [CH_3COOH]$$

$$\log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 3 - 9,2 = -6,2 \quad -2$$

$$\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 10^{6,2} = 1,58 \times 10^6$$

$$[NH_4^+] = 1,58 \times 10^6 [NH_3]$$

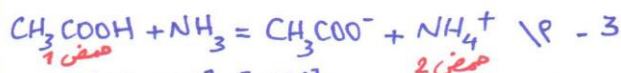
المتغلب هو  $NH_4^+$

أو نقول بكل اختصار

$pH < pK_a$

$$\log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} < 0$$

وبالتالي  $[NH_4^+] > [NH_3]$



$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f [NH_4^+]_f}{[CH_3COOH]_f [NH_3]_f} \quad | \text{B}$$

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f [NH_4^+]_f}{[CH_3COOH]_f [NH_3]_f} \times \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}}$$

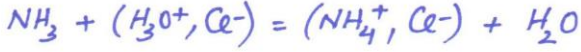
$$K = \frac{10^{-pK_{a1}}}{10^{-pK_{a2}}} = 10^{pK_{a2} - pK_{a1}}$$

$$K = 10^{9,2 - 4,8} = 2,5 \times 10^4 \quad | \text{J}$$

نعتبر التفاعل تاماً لأن  $K > 10^4$

### التمرين 03

1- معادلة التفاعل :



2- نقرأ على البيان  $E(10\text{mL}; 5,8)$

3- عند نقطة نصف التكافؤ يكون نصف كمية الأساس قد تفاعلت ، وبالتالي يكون  $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$  ، وهذا يوافق

$$V_A = \frac{V_{AE}}{2}$$

وحسب العلاقة  $pK_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$

فلنر  $pK_a = \text{pH}$

نقرأ على البيان  $\text{pH}$  الموافقة لـ  $V_A = 5\text{mL}$   
 $\text{pH} = pK_a = 9,2$

4- عند نقطة التكافؤ يكون :

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

$$C_B = \frac{0,02 \times 10}{10} = 0,02 \text{ mol/L}$$

5- عندما يكون حجم المزيج  $15\text{mL}$  ؛ نكون قد أضفنا منه السحاحة :

$$V_A = 15 - 10 = 5 \text{ mL}$$

اذن  $\text{pH}$  الموافقة هو  $9,2$

الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج هي :



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9,2} = 6,3 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{9,2-14} = 1,58 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = \frac{0,02 \times 5}{15} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

لحساب  $[\text{NH}_3]$  أو  $[\text{NH}_4^+]$  ننشئ جدول القدم لتفاعل المعايرة

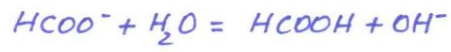


$$C_B V_B \quad C_A V_A \quad 0 \quad -$$

$$C_B V_B - x \quad C_A V_A - x \quad x \quad -$$

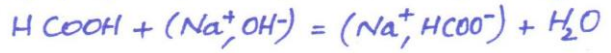
$$C_B V_B - x_f \quad C_A V_A - x_f \quad x_f \quad -$$

بسبب وجود  $\text{HCOO}^-$  في الماء التي تؤثر عليه



اذن : البيان (I) يوافق معايرة  $\text{HCOOH}$   
 البيان (II) " "  $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-)$

2- معادلتنا تفاعلي المعايرة :



3- قيم  $C_B$  :

لدينا عند نقطة التكافؤ :

$$C_{A1} V_{A1} = C_B V_{BE1} \dots\dots(1)$$

$$C_{A2} V_{A2} = C_B V_{BE2} \dots\dots(2)$$

من البيان (II) :  $\text{pH}_0 = 2$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_0 = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

وبما أننا بصدد معايرة حمض قوي ؛ اذن

$$C_{A2} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

نعوض في العلاقة (2) :

$$C_B = \frac{10 \times 40}{10} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

4- بالتعويض في العلاقة (1) :

$$C_{A1} = \frac{4 \times 10^{-2} \times 10}{40} = 1 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

5- كتلة الحمض المنحلة في  $1\text{L}$  من محلوله هي التركيز الكتلي :

$$C_m = C_{A1} \times M = 10^{-2} \times 46 = 0,46 \text{ g/L}$$

6- عند نقطة نصف التكافؤ يكون نصف كمية الحمض ( $\text{HCOOH}$ ) قد تفاعلت

وبالتالي يكون  $[\text{HCOOH}] = [\text{HCOO}^-]$  وهذا يوافق

$$V_B = \frac{V_{BE}}{2}$$

وحسب العلاقة  $pK_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$

على البيان (I) نقرأ  $\text{pH}$  الموافقة لـ :  $\text{pH} = pK_a = 3,8$  :  $V_B = 5\text{mL}$

$$C_1 = \frac{G_0}{K(\lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+})}$$

$$C_1 = \frac{2500 \times 10^{-6}}{5,6 \times 10^{-3} (42,63) \times 10^{-3}} = 10,5 \text{ mol/m}^3$$

$$C_1 = 10,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$C_0 = C_1 \times F = 10,5 \times 10^{-3} \times 1000$$

$$C_0 = 10,5 \text{ mol/L}$$

3- قبل التكافؤ ؛ يتم إستهلاك  $H_3O^+$  وتعويضها ب  $Na^+$  ، وحسب قيمتي  $\lambda$  لهاتين الساردتين فإنه الناقلية تتناقص بعد التكافؤ ؛ تتزايد موارد  $OH^-$  و  $Na^+$  ؛ وحسب قيمتي  $\lambda$  لهاتين الساردتين فإنه  $G$  تتزايد أقل مما تتناقص قبل التكافؤ ، وبالتالي  $D_1$  يصل أكثر مما يصل  $D_2$

$$C_0 = \frac{10 \text{ Pd}}{M} \rightarrow P = \frac{C_0 M}{10d} \quad -4$$

$$M(HCl) = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$P = \frac{10,5 \times 36,5}{11,6} = 33\%$$

**للتمرين :** لكي نفهم أكثر ما يحدث في السؤال 3 :  
عبارة  $\sigma$  خلال عملية المعايرة :

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] + \lambda_{Na^+} [Na^+]$$

$$[H_3O^+] = \frac{C_A V_A - C_B V_B}{V_A + V_B} \quad \text{لدينا}$$

$$[Na^+] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} \quad ; \quad [Cl^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B}$$

وبالتالي : قبل التكافؤ

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \frac{C_A V_A - C_B V_B}{V_A + V_B} + \lambda_{Cl^-} \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} + \lambda_{Na^+} \frac{C_B V_B}{V_A + V_B}$$

لكي يكون البيانه مستقيمين يجب ان نعمل مفعول التمديد عند إضافة المحلول الأساسي من السحاحة ، أي يجب أن نأخذ حجما كبيرا من المحلول الحمضي ، أي نعمل  $V_B$  أمام  $V_A$  وتصبح العلاقة :

$$\sigma = \sigma_0 + (\lambda_{Na^+} - \lambda_{H_3O^+}) V_B$$

$$G = G_0 + K(\lambda_{Na^+} - \lambda_{H_3O^+}) V_B$$

بنفس الطريقة بعد التكافؤ .

$$n(NH_4^+) = x_f$$

$$[NH_4^+] = \frac{x_f}{V_T} \quad \dots (1)$$

$$n(H_3O^+) = C_A V_A - x_f$$

$$[H_3O^+] = \frac{C_A V_A}{V_T} - \frac{x_f}{V}$$

وباستعمال العلاقة (1) :

$$[NH_4^+] = \frac{C_A V_A}{V_T} - [H_3O^+]$$

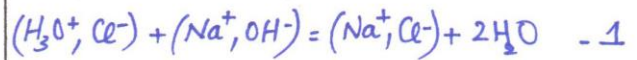
نعمل  $[H_3O^+]$  أمام  $\frac{C_A V_A}{V_T}$

$$[NH_4^+] = [Cl^-] = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

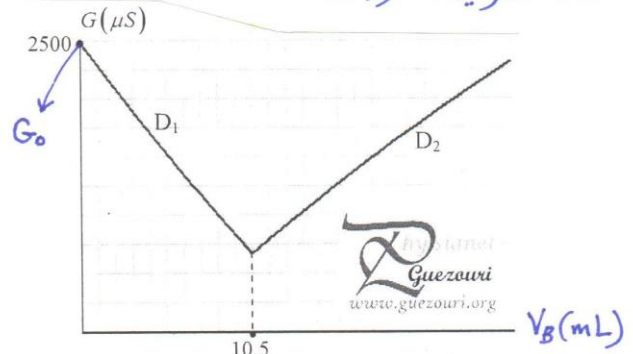
وبما أنه  $V_A = 5 \text{ mL}$  توافق نقطة نصف

$$[NH_3] = [NH_4^+] \quad \text{اذنه}$$

## التمرين 04



2- الطريقة الأخرى :



منه البيانه :  $V_{BE} = 10,5 \text{ mL}$  (الحجم الموافقة

لأصغر ناقلية)

عند حدوث التكافؤ يكون :

$$C_1 V_1 = C_B V_{BE} \rightarrow C_1 = \frac{C_B V_{BE}}{V_1}$$

$$C_1 = \frac{0,1 \times 10,5}{100} = 1,05 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

الطريقة الثانية :

$$\sigma_0 = \frac{G_0}{K} = \lambda_{Cl^-} [Cl^-] + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]$$

$$[Cl^-] = [H_3O^+] = C_1 \quad \leftarrow \text{العض قوي}$$

$$\frac{G_0}{K} = C_1 (\lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+})$$

وبالتالي :