

# ΧΗΜΕΙΑ

ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

29 ΜΑΪΟΥ 2013

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

## ΘΕΜΑ Α

A1. → γ

A2. → β

A3. → δ

A4. → β

A5. α) Θεώρημα Arrhenius:

- 1) Βάσεις είναι οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν  $\text{OH}^-$
- 2) Οι βάσεις είναι ουδέτερα μόρια.
- 3) Η συμπεριφορά μιας βάσης εκδηλώνεται μόνο σε υδατίνα διαλύματα.  
ή
- 4) Ο βασικός χαρακτήρας εκδηλώνεται ανεξάρτητα της παρουσίας ενός οξέος.

Θεώρημα B - L:

- 1) Βάση είναι η ουσία που μπορεί να δεχτεί ένα ή περισσότερα πρωτόνια.
- 2) Οι βάσεις μπορεί να είναι ουδέτερα μόρια ή ιόντα.
- 3) Η συμπεριφορά μιας βάσης εκδηλώνεται σε οποιοδήποτε περιβάλλον.  
ή

Ο βασικός χαρακτήρας εκδηλώνεται μόνο με την παρουσία ενός οξέος.

β) Ηλεκτρολυτική Διάσταση

- 1) Η ηλεκτρολυτική διάσταση είναι η απομάκρυνση των ιόντων που υπάρχουν στο κρυσταλλικό πλέγμα των ιοντικών ενώσεων, με τη βοήθεια των διπόλων του νερού με «φυσικό μηχανισμό».
- 2) Οι ιοντικές ενώσεις δίστανται πλήρως.

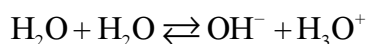
Ιοντισμός των ηλεκτρολυτών

- 1) Ιοντισμός μιας ομοιοπολικής ένωσης είναι η αντίδραση των μορίων της με τα μόρια του διαλύτη (νερού) για το σχηματισμό ιόντων.
- 2) Στις ομοιοπολικές ενώσεις έχουμε πλήρη ή μερικό ιοντισμό.

## ΘΕΜΑ Β

**Β1. α.** Λάθος

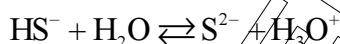
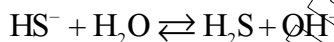
Το καθαρό  $\text{H}_2\text{O}$  στους  $80^\circ\text{C}$  είναι ουδέτερο



Ισχύει  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

**β.** Σωστό

Το  $\text{HS}^-$  προέρχεται από το ασθενές οξύ  $\text{H}_2\text{S}$  και σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



Το  $\text{HS}^-$  συμπεριφέρεται και σαν οξύ και σαν βάση επομένως είναι αμφιπρωτική ουσία.

**γ.** Λάθος

Η αντίδραση ιοντισμού της  $\text{NH}_3$  είναι:



Η  $\text{NH}_3$  είναι ασθενής βάση και  $\text{NH}_4^+$  το συζυγές οξύ του.

Η σταθερά  $K_a$  του  $\text{NH}_4^+$  είναι

$$K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_a = 10^{-9}$$

επομένως  $\text{NH}_4^+$  είναι επίσης ασθενές οξύ.

**δ.** Σωστό

Ημισυμπληρωμένο p τροχιακό (↑) (↑) (↑)

$p_x \ p_y \ p_z$

Άρα  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

Ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας  $4s^2 4p^3$

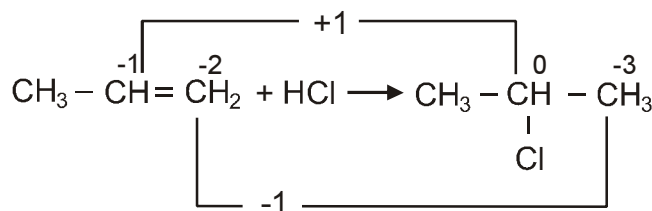
Επομένως ανήκει στην 15<sup>η</sup> ομάδα του Π.Π.

**ε.** Λάθος

Στο αλκένιο: A.O.  $\overset{1}{\text{C}}$ : -2

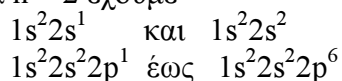
Στο αλκυλαλογονίδιο: A.O.  $\overset{1}{\text{C}}$ : -3

Ο A.O. του  $\overset{1}{\text{C}}$ : μειώνεται άρα ανάγεται.



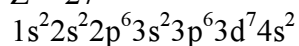
**B2. α.** Στην 2η περίοδο συμπληρώνονται κατά σειρά η 2s και η 2p υποστιβάδες  
 Η 2η περίοδος έχει κύριο κβαντικό αριθμό  $n = 2$

Για  $n = 2$  έχουμε



Με βάση τη σειρά κατάληψης των υποστιβάδων στη 2η περίοδο έχουμε 8 στοιχεία, 2 στον s τομέα και 6 στον p τομέα.

**β.**  $Z = 27$

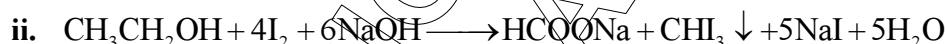
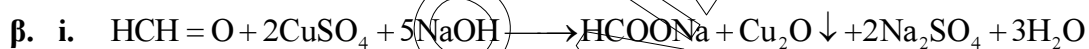


Στον τομέα d εξωτερική στιβάδα είναι  $(n - 1)d^x 4s^2$

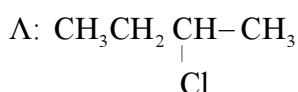
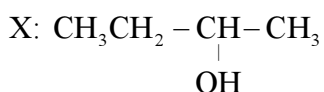
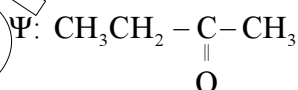
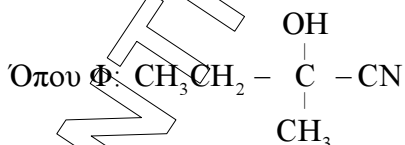
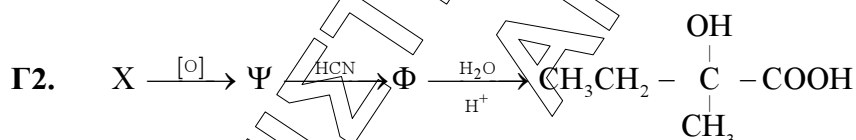
Επομένως το στοιχείο ανήκει στην 9η ομάδα στην 4η περίοδο και στον d τομέα του Π.Π.

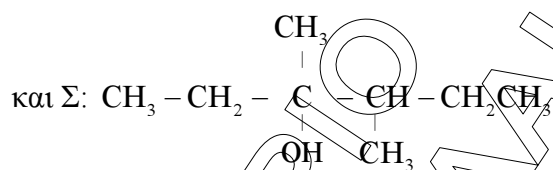
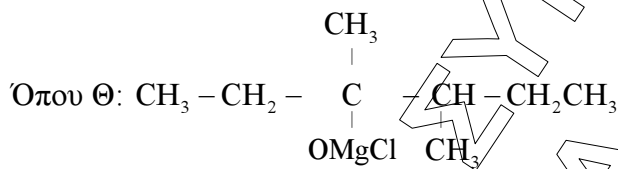
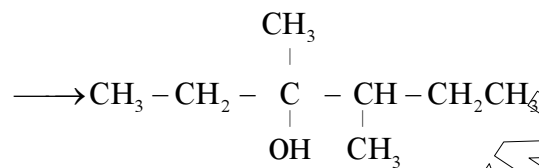
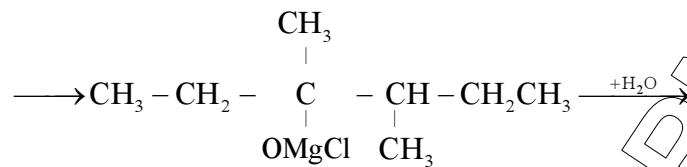
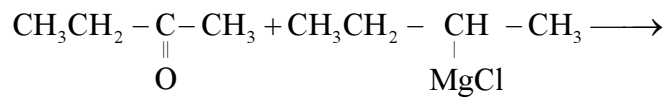
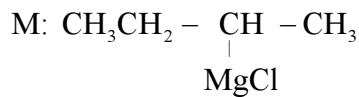
### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1. α.** A: HCOOH  
 B: HCH=O  
 Γ: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH  
 Δ: CH<sub>3</sub>COOH  
 E: CH<sub>3</sub>CH=O

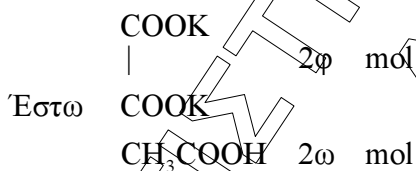


**iv.**





Γ3. Διάλυμα

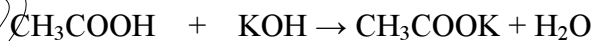


1ο μέρος

$\varphi$  mol  $(\text{COOK})_2$  και  $\omega$  mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$

Μόνο το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αντιδρά με  $\text{KOH}$ :

$$n_{\text{KOH}} = C_{\text{KOH}} V_{\text{KOH}} = 0,2 \cdot 0,1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$



1 mol απαιτεί 1 mol

$$\omega \text{ mol} \quad 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Επομένως

$$\omega = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

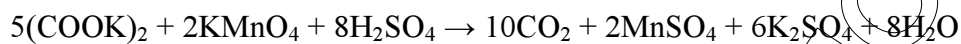
$2\omega = 0,04$  mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$  στο αρχικό δ/μα

2ο μέρος

$\varphi$  mol  $(\text{COOK})_2$  και  $\omega$  mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$

Μόνο το  $(\text{COOK})_2$  οξειδώνεται:

$$n_{\text{KMnO}_4} = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ mol}$$



5 mol            2 mol

$\varphi$  mol            0,04 mol

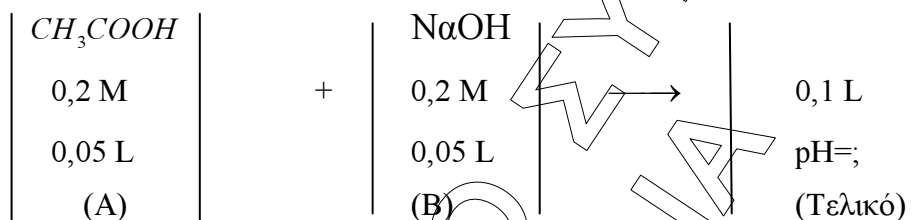
$\varphi = 0,1 \text{ mol}$

Επομένως  $2\varphi = 0,2 \text{ mol } (\text{COOK})_2$

Στο αρχικό δ/μα περιέχονται 0,2 mol  $(\text{COOK})_2$  και 0,04 mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$

**ΘΕΜΑ Δ**

**Δ1.**



$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01 \text{ mol}$$

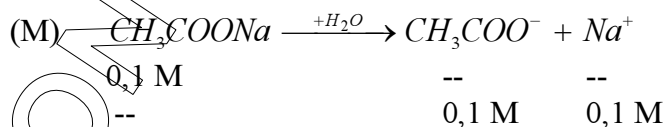


(αρχ)    0,01            0,01            ---

(αν/παρ) -0,01        -0,01            0,01

(τελ.)    --                --                0,01

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} = 0,01 \text{ M}$$



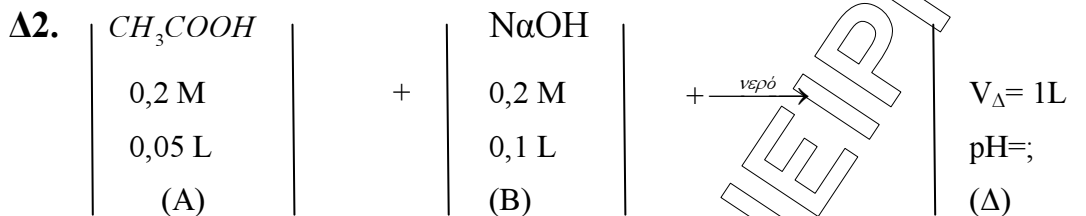
(αρχ.)    0,1 M            --            --

(αν/παρ) -x                    x            x

II        0,1 - x            x            x

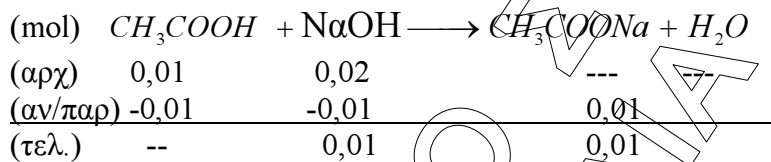
$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow \frac{K_w}{K_a} = \frac{x \cdot x}{0,1-x} \stackrel{\text{όμως}}{\Rightarrow} \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ οπότε } [\text{OH}^-] = 10^{-5}.$$

$$\text{Επομένως } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}, \text{ άρα pH} = 9.$$



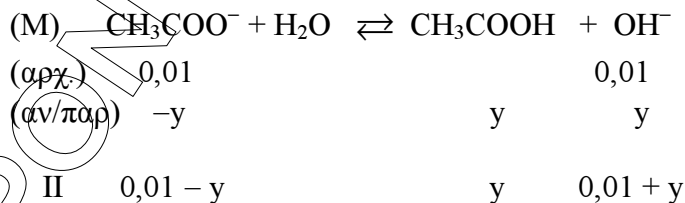
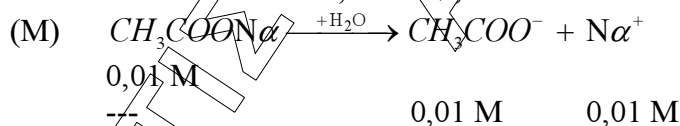
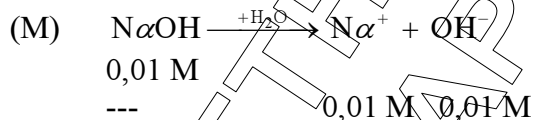
$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ mol}$$



$$[\text{NaOH}] = \frac{0,01}{1} = 0,01\text{M}$$

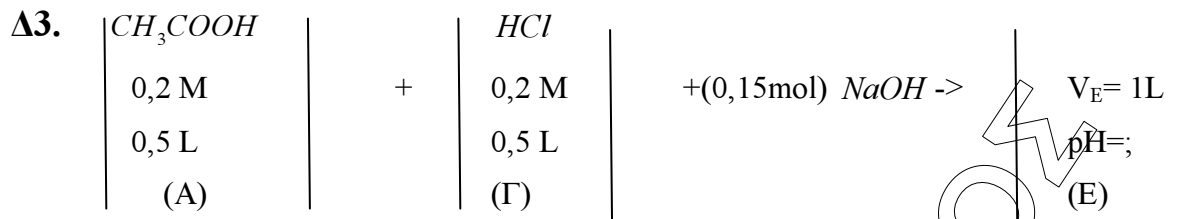
$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0,01}{0,1} = 0,01\text{M}$$



Ισχύουν οι προσεγγίσεις:

$$\left. \begin{aligned} \frac{K_b}{C} < 10^{-2} \\ \frac{10^{-5}}{10^{-2}} < 10^{-2} \end{aligned} \right\} \text{ άρα}$$

$$[\text{OH}^-] = 0,01 + y \approx 0,01 = 10^{-2}. \text{ Επομένως } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ και άρα pH} = 12.$$



$$n_{CH_3COOH} = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{HCl} = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = 0,15 \text{ mol}$$

Το NaOH θα αντιδράσει με τα δύο οξέα.

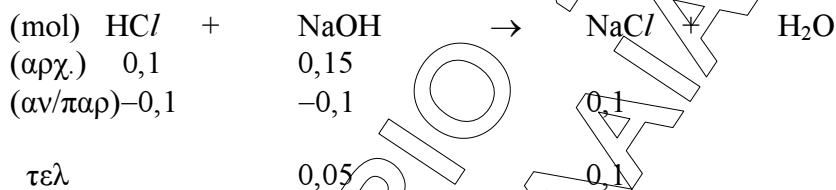
Τα συνολικά mol οξέων:  $n_{οξ.} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ mol}$

Τα συνολικά mol NaOH:  $n_{βασ.} = 0,15 \text{ mol}$

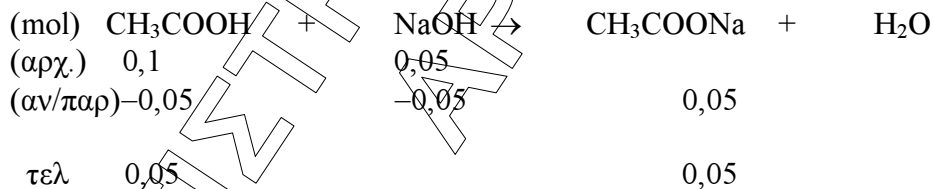
Άρα όλα τα mol NaOH θα αντιδράσουν όλα και θα περισσέψουν mol οξέων.

Το τελικό διάλυμα θα έχει pH όξινο.

Από τα δύο οξέα το HCl είναι ισχυρό γι' αυτό θα αντιδράσει πλήρως και θα περισσέψουν mol  $CH_3COOH$ .



και



$$C_{CH_3COOH} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ M} = C_{οξ.}$$

$$C_{CH_3COONa} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ M} = C_{βασ.}$$

$$\text{Άρα } pH = pK_a + \log \frac{C_{βασ.}}{C_{οξ.}} = 5 + \log \frac{0,05}{0,05} = 5.$$

- Δ4. Στο ισοδύναμο σημείο της κάθε ογκομέτρησης έχει χρησιμοποιηθεί ο ίδιος όγκος ( $20 \cdot 10^{-3}$  L) προτύπου δ/τος NaOH ισχύει:

Επομένως:

Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ισχύει:

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{NaOH}}$$

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot V = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

$$0,2 \cdot V = 0,2 \cdot 20 \cdot 10^{-3}$$

$$V = 2 \cdot 10^{-2} \text{ L} \quad \text{ή} \quad 20 \text{ mL}$$

Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης του HB ισχύει:

$$n_{\text{HB}} = n_{\text{NaOH}}$$

$$C_{\text{HB}} \cdot V = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

$$C_{\text{HB}} \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 0,2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}$$

$$C_{\text{HB}} = 0,2 \text{ M}$$

Για την ογκομέτρηση του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  όταν έχουμε προσθέσει 10 mL πρότυπου δ/τος NaOH

$$n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,01 = 0,002 \text{ mol}$$

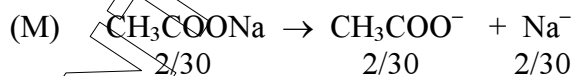
|           |                          |   |               |               |                           |   |                      |
|-----------|--------------------------|---|---------------|---------------|---------------------------|---|----------------------|
| (mol)     | $\text{CH}_3\text{COOH}$ | + | $\text{NaOH}$ | $\rightarrow$ | $\text{CH}_3\text{COONa}$ | + | $\text{H}_2\text{O}$ |
| Αρχ.      | 0,004                    |   | 0,002         |               |                           |   |                      |
| Αντ./Παρ. | 0,002                    |   | 0,002         |               | 0,002                     |   |                      |
| Τελ.      | 0,002                    |   | -             |               | 0,002                     |   |                      |

Ο όγκος του ογκομετρούμενου δ/τος θα είναι  $V = 10 + 20 = 30 \text{ mL}$ .

Επομένως:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{n}{V} = \frac{0,002}{0,03} = \frac{2}{30} \text{ M} = C_{\text{CH}_3\text{COONa}}$$

Έχουμε Ε.Κ.Ι.



|          |              |  |              |  |       |
|----------|--------------|--|--------------|--|-------|
| (αρχ.)   | 2/30         |  | 2/30         |  |       |
| (αν/παρ) | $x_1$        |  | $x_1$        |  | $x_1$ |
| Τ.Ι.     | $2/30 - x_1$ |  | $2/30 + x_1$ |  | $x_1$ |

Από τη σταθερά ιοντισμού του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  έχουμε:

$$K_{a_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{\left(\frac{2}{30} + x_1\right) x_1}{\frac{2}{30} - x_1} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow 10^{-5} = \frac{\frac{2}{30}x_1}{\frac{2}{30}} \Rightarrow x_1 = 10^{-5} \text{ M}, \text{ pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-5} = 5.$$

α) Επομένως η καμπύλη που αντιστοιχεί στο  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι η καμπύλη 2 και η καμπύλη 1 στο  $\text{HB}$ .

β) Για την ογκομέτρηση του  $\text{HB}$  όταν έχουμε προσθέσει 10 mL πρότυπου διαλύματος  $\text{NaOH}$ , ισχύει:

$$n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,01 = 0,002 \text{ mol.}$$

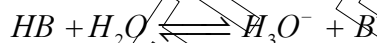
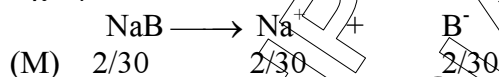
$$n_{\text{HB}} = C_{\text{HB}} \cdot V = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol.}$$

| (mol)    | HB    | + | NaOH  | → | NaB   | + | H <sub>2</sub> O |
|----------|-------|---|-------|---|-------|---|------------------|
| (αρχ.)   | 0,004 |   | 0,002 |   |       |   |                  |
| (αν/παρ) | 0,002 |   | 0,002 |   | 0,002 |   |                  |
| τελ      | 0,002 |   |       |   | 0,002 |   |                  |

Ο όγκος του ογκομετρούμενου διαλύματος θα είναι:  $V' = 10 + 20 = 30\text{mL}$ .

$$\text{Επομένως } C_{\text{HB}} = \frac{n}{V'} = \frac{0,002}{0,03} = \frac{2}{30} \text{ M} = C_{\text{NaB}}$$

Έχουμε Ε.Κ.Ι



Από την καμπύλη 1 προκύπτει ότι  $\text{pH} = 4$  οπότε

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ όταν } V_{\text{NaOH}} = 10 \text{ mL.}$$

Άρα από την σταθερά ιοντισμού  $K_{\text{a}}$  του  $\text{HA}$  προκύπτει:

$$K_{\text{a}_{\text{HB}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = \frac{\left(\frac{2}{30} + x_2\right) \cdot x_2}{\frac{2}{30} - x_2} \approx \frac{\frac{2}{30} \cdot x_2}{\frac{2}{30}} \Rightarrow K_{\text{a}_{\text{HB}}} = 10^{-4}.$$

γ) Στο ισοδύναμο σημείο κατά την ογκομέτρηση του HB είναι:

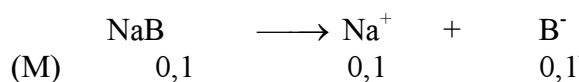
$$n_{HB} = C_{HB} \cdot V = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$$

|          |       |   |       |   |       |   |                  |
|----------|-------|---|-------|---|-------|---|------------------|
| (mol)    | HB    | + | NaOH  | → | NaB   | + | H <sub>2</sub> O |
| Αρχικά   | 0,004 |   | 0,004 |   |       |   |                  |
| Αντ/παρ. | 0,004 |   | 0,004 |   | 0,004 |   |                  |
| Τελικά   | --    |   | --    |   | 0,004 |   |                  |

Στο ισοδύναμο σημείο υπάρχει μόνο το άλας NaB.

Ο όγκος του διαλύματος θα είναι: 20+ 20 = 40 mL ή 0,04 L.

$$C_{NaB} = \frac{0,004 \text{ mol}}{0,04 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$



|            |                    |   |                  |   |                |   |                 |
|------------|--------------------|---|------------------|---|----------------|---|-----------------|
| (M)        | B <sup>-</sup>     | + | H <sub>2</sub> O | ⇌ | HB             | + | OH <sup>-</sup> |
| Αρχικά     | 0,1                |   |                  |   |                |   |                 |
| Ιαντ/ παρ. | x <sub>3</sub>     |   |                  |   | x <sub>3</sub> |   | x <sub>3</sub>  |
| I. I.      | 0,1-x <sub>3</sub> |   |                  |   | x <sub>3</sub> |   | x <sub>3</sub>  |

Η σταθερά ιοντισμού του B<sup>-</sup> είναι:  $K_{aB} \cdot K_{aHB} = K_w \Rightarrow K_{bB^-} = 10^{-10}$ .

$$K_{bB^-} = \frac{[HB][OH^-]}{[B^-]} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{x_3^2}{0,1-x_3} \cdot \frac{x_3}{0,1}$$

$$x_3^2 = 10^{-1} \Rightarrow x_3 = 10^{-5,5} \text{ M}$$

Επομένως

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-5,5} = 5,5$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 5,5 = 8,5$$