

**ΘΕΜΑ Α**

Α1. γ      Α2. β      Α3. δ      Α4. β

Α5.

α.

	<b>Βάση Arrhenius</b>	<b>Βάση κατά Brønsted-Lowry</b>
1)	Σε υδατικά διαλύματα δίνει λόγω διάστασης $\text{OH}^-$	Δέκτης πρωτονίων
2)	Διαλύτης: νερό	Οποιοσδήποτε διαλύτης
3)	Ένωση	Ένωση ή ιόν

β.

	<b>Διάσταση</b>	<b>Ιοντισμός</b>
1)	Στις ιοντικές ενώσεις	Στις ομοιοπολικές ενώσεις
2)	Απομάκρυνση ιόντων που προϋπάρχουν στο πλέγμα	Σχηματισμός ιόντων από την αντίδραση με μόρια διαλύτη

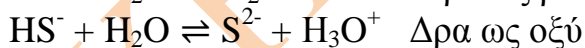
**ΘΕΜΑ Β**

Β1.

α. Λάθος.

Το καθαρό νερό είναι πάντα ουδέτερο αφού ισχύει  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ , ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία.

β. Σωστό.



γ. Λάθος.

Το συζυγές οξύ της  $\text{NH}_3$  είναι το  $\text{NH}_4^+$  και είναι ασθενές οξύ, γιατί:

$$K_{\text{a NH}_4^+} \cdot K_{\text{b NH}_3} = K_{\text{w}} \Rightarrow K_{\text{a NH}_4^+} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{b NH}_3}} \Rightarrow K_{\text{a NH}_4^+} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{\text{a NH}_4^+} = 10^{-9}$$

δ. Σωστό.

Η κατανομή των ηλεκτρονίων είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$  ή  
K(2) L(8) M(18) N(5).

Άρα το στοιχείο ανήκει στην  $p^3$  ή VA ή 15<sup>η</sup> ομάδα.

**ε. Λάθος.**

Ο  $C^2$  οξειδώνεται, γιατί ο αριθμός οξειδωσής του αυξάνεται από -1 σε 0 (ή σχηματίζει δεσμό με Cl).

Ο  $C^1$  ανάγεται, γιατί ο αριθμός οξειδωσής του μειώνεται από -2 σε -3 (ή σχηματίζει δεσμό με H).

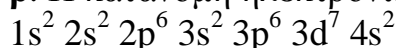
**B2.**

α. Η 2<sup>η</sup> περίοδος έχει 8 στοιχεία.

Η δεύτερη περίοδος αποτελείται από στοιχεία με  $n=2$ , οπότε οι δυνατές τιμές του  $l$  είναι 0 ( $m_l=0$ , άρα 1s τροχιακό) και 1 ( $m_l=-1,0,+1$ , άρα 3p τροχιακά). Συνολικά, 4 τροχιακά που περιέχουν 8 ηλεκτρόνια.

Οι 8 ομάδες που ανήκουν τα στοιχεία της 2<sup>ης</sup> περιόδου είναι οι:  $s^1, s^2, p^1, p^2, p^3, p^4, p^5, p^6$ .

β. Η κατανομή ηλεκτρονίων για το στοιχείο με  $Z=27$  είναι:

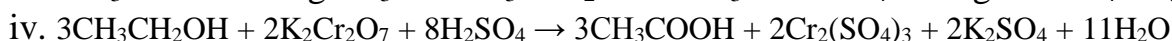
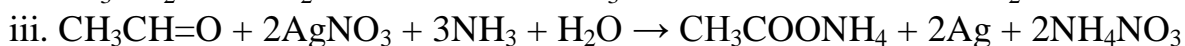
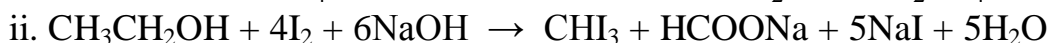


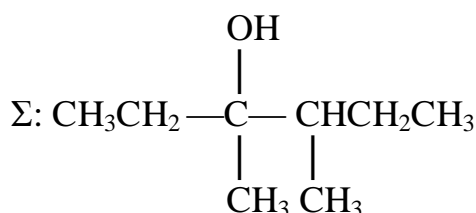
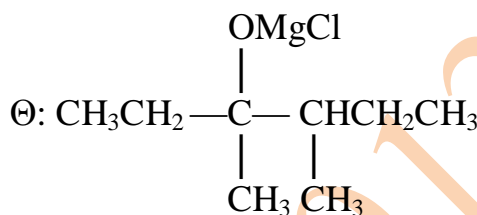
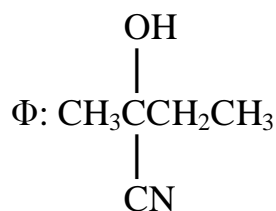
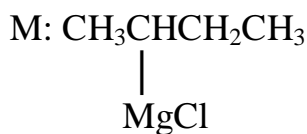
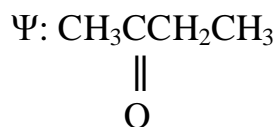
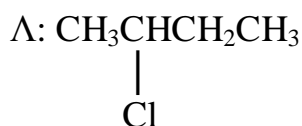
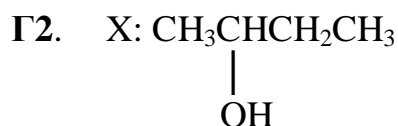
Άρα, το στοιχείο με  $Z=27$  ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο, τη 9<sup>η</sup> (ή  $d^7$ ) ομάδα και τον d τομέα.

**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

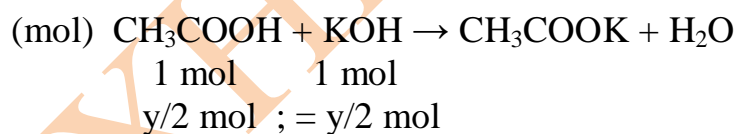
**β.**



Γ3.

Έστω ότι στο αρχικό διάλυμα περιέχονται  $x \text{ mol } (\text{COOK})_2$  και  $y \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH}$ .

Στο 1<sup>ο</sup> μέρος **μόνο** το οξύ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αντιδρά με το  $\text{KOH}$ :



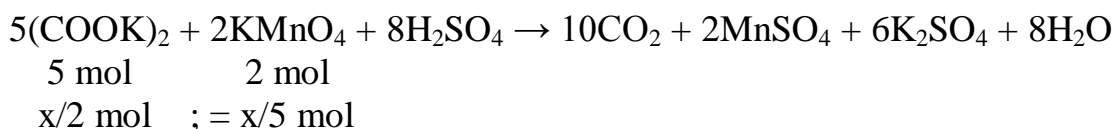
Για το διάλυμα του  $\text{KOH}$  ισχύει:

$$n_{\text{KOH}} = C \cdot V \Rightarrow n_{\text{KOH}} = 0,2 \text{ M} \cdot 0,1 \text{ L} \Rightarrow n_{\text{KOH}} = 0,02 \text{ mol}$$

Άρα:

$$\frac{y}{2} = 0,02 \text{ mol} \Rightarrow y = 0,04 \text{ mol}$$

Στο 2<sup>ο</sup> μέρος **μόνο** το  $(\text{COOK})_2$  οξειδώνεται:



Για το διάλυμα του  $\text{KMnO}_4$  ισχύει:

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

Άρα:

$$\frac{x}{5} = 0,04 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,2 \text{ mol}$$

### ΘΕΜΑ Δ

#### Δ1.

Υπολογίζω τον αριθμό των mol:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

Με την ανάμιξη των διαλυμάτων, προκύπτει νέο διάλυμα όγκου  $V=0,1 \text{ L}$ , ενώ το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αντιδρά με το  $\text{NaOH}$ , όπως δίνεται παρακάτω:

(mol)	$\text{CH}_3\text{COOH}$	+	$\text{NaOH}$	$\rightarrow$	$\text{CH}_3\text{COONa}$	+	$\text{H}_2\text{O}$
αρχικά	0,01		0,01		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,01		-0,01		+0,01		
τελικά	—		—		0,01		

Υπολογίζω τη συγκέντρωση του  $\text{CH}_3\text{COONa}$  στο τελικό διάλυμα:

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

Το άλας δίσταται ως εξής:

$\text{CH}_3\text{COONa}$	$\rightarrow$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+	$\text{Na}^+$
0,1 M				; = 0,1 M

Το  $\text{Na}^+$  δεν ιοντίζεται ως συζυγές οξύ ισχυρής βάσης.

Το ιόν  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ιοντίζεται ως εξής:

ιοντισμός (M)	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	+ $\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	+ $\text{OH}^-$
αρχικά	0,1				
ιοντίζονται / παράγονται	- x			+ x	+ x
ισορροπία	0,1 - x			x	x

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow K_b = 10^{-9}$$

Τότε:  $\frac{K_b}{c} = \frac{10^{-9}}{10^{-1}} = 10^{-8}$ , οπότε:  $0,1 - x \simeq 0,1$

$$K_b = 10^{-9} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

Άρα,  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 5$  και  $\text{pH} = 14 - 5 = 9$

## Δ2.

Υπολογίζω τον αριθμό των mol στο διάλυμα Δ:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,02 \text{ mol}$$

Με την ανάμιξη των διαλυμάτων το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  αντιδρά με το  $\text{NaOH}$ , όπως δίνεται παρακάτω:

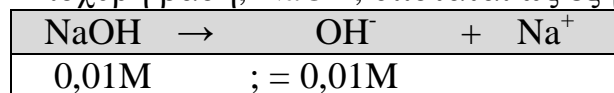
(mol)	$\text{CH}_3\text{COOH}$	+ $\text{NaOH}$	$\rightarrow$	$\text{CH}_3\text{COONa}$	+ $\text{H}_2\text{O}$
αρχικά	0,01	0,02		—	
αντιδρούν / παράγονται	-0,01	-0,01		+0,01	
τελικά	—	0,01		0,01	

Υπολογίζω τις συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα:

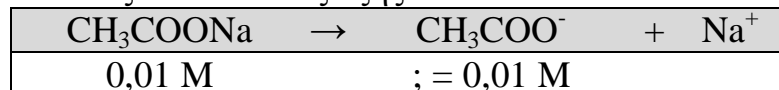
$$[\text{NaOH}] = \frac{0,01 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,01 \text{ M}$$

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

Η ισχυρή βάση, NaOH, δίσταται ως εξής:



Το άλας δίσταται ως εξής:



Το Na<sup>+</sup> δεν ιοντίζεται ως συζυγές οξύ ισχυρής βάσης.

Το ανιόν CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ιοντίζεται ως εξής:

ιοντισμός (M)	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	+ H <sub>2</sub> O	⇌	CH <sub>3</sub> COOH	+ OH <sup>-</sup>
αρχικά	0,01				0,01
ιοντίζονται / παράγονται	- y			+ y	+ y
ισορροπία	0,01 - y			y	0,01 + y

Επειδή:  $\frac{K_b}{C} = \frac{10^{-9}}{10^{-3}} < 10^{-7}$ , άρα:  $0,01 - y \simeq 0,01$  και  $0,01 + y \simeq 0,01$ .

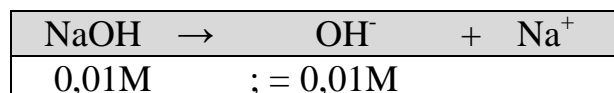
Τότε:

$$K_b = 10^{-9} = \frac{0,01 \cdot y}{0,01} \Rightarrow 10^{-9} = y$$

Άρα:  $[OH^-] = 0,01 + 10^{-9} \simeq 0,01$  M και

pOH=2 & pH=12
---------------

Ή εναλλακτικά, αφού το τελικό διάλυμα περιέχει μια ισχυρή και μια ασθενή βάση, στην **ίδια συγκέντρωση**, το pOH (ή pH) θα καθορίζεται από την ισχυρή βάση, αφού η μεγαλύτερη ποσότητα OH<sup>-</sup> προέρχεται από τη διάστασή της:



Άρα και πάλι:  $[OH^-] = 0,01$  M και

pOH=2 & pH=12
---------------

**Δ3.**

Ο όγκος του διαλύματος Ε είναι:  $0,5 \text{ L} + 0,5 \text{ L} = 1 \text{ L}$ .

Υπολογίζω τον αριθμό των mol στο διάλυμα Ε:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,1 \text{ mol}$$

**Περίπτωση (I):** Έστω ότι αντιδρά πλήρως το ισχυρό οξύ, HCl, με το NaOH, όπως δίνεται παρακάτω:

(mol)	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	0,1		0,15		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,1		-0,1		+0,1		
τελικά	—		0,05		0,1		

Η ποσότητα της βάσης που δεν αντέδρασε με το ισχυρό οξύ, εξουδετερώνει μερικώς το ασθενές οξύ:

(mol)	CH <sub>3</sub> COOH	+	NaOH	→	CH <sub>3</sub> COONa	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	0,1		0,05		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,05		-0,05		+0,05		
τελικά	0,05		—		0,05		

Άρα, στο τελικό διάλυμα υπάρχουν: NaCl (που δεν επηρεάζει το pH), CH<sub>3</sub>COOH και CH<sub>3</sub>COONa.

Υπολογίζω συγκεντρώσεις στο τελικό διάλυμα:

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{0,05 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0,05 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

Το άλας δίσταται ως εξής:

CH <sub>3</sub> COONa	→	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	+	Na <sup>+</sup>
0,05 M		; = 0,05 M		

Το Na<sup>+</sup> δεν ιοντίζεται ως συζυγές οξύ ισχυρής βάσης.

Το οξύ CH<sub>3</sub>COOH ιοντίζεται ως εξής:

ιοντισμός (M)	CH <sub>3</sub> COOH + H <sub>2</sub> O	⇌	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
αρχικά	0,05		0,05
ιοντίζονται / παράγονται	- ω		+ ω      + ω
ισορροπία	0,05 - ω		0,05 + ω      ω

Επειδή:  $\frac{K_a}{c} = \frac{10^{-5}}{5 \cdot 10^{-2}} < 2 \cdot 10^{-4}$ , άρα:  $0,05 - \omega \simeq 0,05$  και  $0,05 + \omega \simeq 0,05$ .

$$K_a = 10^{-5} = \frac{0,05 \cdot \omega}{0,05} \Rightarrow 10^{-5} = \omega = [H_3O^+]$$

Άρα, το pH του διαλύματος Ε είναι 5.

**Περίπτωση (II):** Έστω ότι αντιδρά πλήρως το ασθενές οξύ, CH<sub>3</sub>COOH, με το NaOH, όπως δίνεται παρακάτω:

(mol)	CH <sub>3</sub> COOH	+	NaOH	→	CH <sub>3</sub> COONa	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	0,1		0,15		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,1		-0,1		+0,1		
τελικά	—		0,05		0,1		

Η ποσότητα της βάσης που δεν αντέδρασε με το ασθενές οξύ, εξουδετερώνει μερικώς το ισχυρό οξύ:

(mol)	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	0,1		0,05		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,05		-0,05		+0,05		
τελικά	0,05		—		0,05		

Η ποσότητα της ισχυρού οξέος που περισσεύει αντιδρά με το άλας του ασθενούς οξέος:

(mol)	CH <sub>3</sub> COONa	+	HCl	→	CH <sub>3</sub> COOH	+	NaCl
αρχικά	0,1		0,05		—		0,05
αντιδρούν / παράγονται	-0,05		-0,05		+0,05		+0,05
τελικά	0,05		—		0,05		0,1



Άρα, στο τελικό διάλυμα υπάρχουν: NaCl (που δεν επηρεάζει το pH), CH<sub>3</sub>COOH και CH<sub>3</sub>COONa, στις ίδιες συγκεντρώσεις, και **επανερχόμαστε στην περίπτωση (I).**

Άρα, σε κάθε περίπτωση το pH του διαλύματος E είναι 5.

#### Δ4.

α. Η καμπύλη 1 αντιστοιχεί στο HB, ενώ η καμπύλη 2 αντιστοιχεί στο HA.

β.

Υπολογίζω τον αριθμό των mol του NaOH για την ολοκλήρωση της ογκομέτρησης, τόσο του διαλύματος του HB όσο και του διαλύματος του CH<sub>3</sub>COOH:

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,2 \text{ M} \cdot 0,02 \text{ L} = 0,004 \text{ mol}$$

Υπολογίζω τα αρχικά mol τόσο του CH<sub>3</sub>COOH όσο και του HB:

(mol)	CH <sub>3</sub> COOH	+	NaOH	→	CH <sub>3</sub> COONa	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	x		0,004		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,004		-0,004		+0,004		
τέλος ογκ/σης	—		—		0,004		

(mol)	HB	+	NaOH	→	NaB	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	y		0,004		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,004		-0,004		+0,004		
τέλος ογκ/σης	—		—		0,004		

$$\text{Άρα: } x = y = 0,004 \text{ mol}$$

Στο μέσο της ογκομέτρησης έχει χρησιμοποιηθεί ο μισός αριθμός των mol του NaOH:

(mol)	HB	+	NaOH	→	NaB	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	0,004		0,004		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,002		-0,002		+0,002		
μέσο ογκ/σης	0,002		0,002		0,002		

και άρα έχει εξουδετερωθεί ο μισός αριθμός των mol του HB. Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό με [HB]=[B<sup>-</sup>].

Τότε:  $\text{pH} = \text{pK}_a = 4$ , και άρα  $\text{K}_a, \text{HB} = 10^{-4}$

γ.

Κατά την ογκομέτρηση του HB γίνεται η αντίδραση:

(mol)	HB	+	NaOH	→	NaB	+	H <sub>2</sub> O
αρχικά	0,004		0,004		—		
αντιδρούν / παράγονται	-0,004		-0,004		+0,004		
τέλος ογκ/σης	—		—		0,004		

Ο όγκος του διαλύματος του HB που ογκομετρείται υπολογίζεται ως εξής:

$$V = \frac{n}{C} \Rightarrow V = \frac{0,004 \text{ mol}}{0,2 \text{ M}} \Rightarrow V = 0,02 \text{ L} = 20 \text{ mL}$$

Ο όγκος του τελικού διαλύματος, με το πέρας της ογκομέτρησης, είναι:

$$V_{\text{τελ}} = 20 + 20 = 40 \text{ mL} = 0,04 \text{ L}$$

Το τελικό διάλυμα περιέχει NaB με συγκέντρωση:

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

Το άλας δίσταται ως εξής:

NaB	→	B <sup>-</sup>	+	Na <sup>+</sup>
0,1 M		; = 0,1 M		

Το B<sup>-</sup> ιοντίζεται ως εξής:

ιοντισμός (M)	B <sup>-</sup>	+	H <sub>2</sub> O	⇌	HB	+	OH <sup>-</sup>
αρχικά	0,1						
ιοντίζονται / παράγονται	- z				+ z		+ z
ισορροπία	0,1 - z				z		z

$$\text{Υπολογίζω το } K_b: K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} \Rightarrow K_b = 10^{-10}$$

$$\text{Επειδή: } \frac{K_b}{C} = \frac{10^{-10}}{10^{-1}} < 10^{-9}, \text{ άρα: } 0,1 - z \simeq 0,1.$$

$$K_b = 10^{-10} = \frac{z^2}{10^{-1}} \Rightarrow z = 10^{-5,5} = [\text{OH}^-]$$

Άρα,  $\text{pH} = 14 - 5,5 = 8,5$