

**ΤΑΞΗ:** Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ:** ΘΕΤΙΚΗ  
**ΜΑΘΗΜΑ:** ΧΗΜΕΙΑ

**Ημερομηνία:** Μ. Τετάρτη 16 Απριλίου 2014  
**Διάρκεια Εξέτασης:** 3 ώρες

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

**A.1** β

**A.2** β

**A.3** γ

**A.4** α-Σ, β-Λ, γ-Σ, δ-Σ, ε-Σ

**A.5 α.** Οι ηλεκτρονιακές δομές των δύο στοιχείων στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι:  ${}_{26}\text{Fe}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  και  ${}_{28}\text{Ni}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Άρα είναι στοιχεία του τομέα d δηλαδή στοιχεία μετάπτωσης, αφού το τελευταίο τους ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστοιβάδα d.

Τα στοιχεία μετάπτωσης αν και ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες, έχουν πολλές κοινές ιδιότητες που συνοψίζονται παρακάτω:

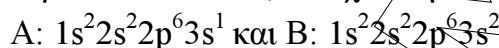
- 1) Έχουν μεταλλικό χαρακτήρα.
- 2) Έχουν πολλούς αριθμούς οξείδωσης.
- 3) Είναι παραμαγνητικά.
- 4) Σχηματίζουν σύμπλοκα ιόντα.
- 5) Σχηματίζουν έγχρωμες ενώσεις.
- 6) Έχουν την ικανότητα να καταλύουν αντιδράσεις.

**β.** Οι κοινές ιδιότητες των στοιχείων μετάπτωσης οφείλονται στο γεγονός ότι κατά τη ηλεκτρονιακή δόμηση των στοιχείων αυτών, το τελευταίο ηλεκτρόνιο εισέρχεται σε εσωτερική υποστοιβάδα, δηλαδή στην 3d, ενώ η τέταρτη στοιβάδα (στοιβάδα N) παραμένει με δύο ηλεκτρόνια.

**ΘΕΜΑ Β**

**B.1 α.** Βασικά οξείδια σχηματίζουν τα μέταλλα και ειδικά στην τρίτη περίοδο του περιοδικού πίνακα, τα στοιχεία των δύο πρώτων ομάδων. Το τρίτο στοιχείο της τρίτης περιόδου που ανήκει στη 13<sup>η</sup> ομάδα, σχηματίζει επαμφοτερίζον οξείδιο. Επομένως τα στοιχεία Α και Β ανήκουν στις δύο πρώτες ομάδες του περιοδικού πίνακα.

Αφού δίνεται η σχέση:  $Z_B = Z_A + 1$ , το Α θα ανήκει στην 1<sup>η</sup> ομάδα (ΙΑ) και το Β στη 2<sup>η</sup> ομάδα (ΙΙΑ) και με δεδομένο ότι ανήκουν στην 3<sup>η</sup> περίοδο του περιοδικού πίνακα, θα έχουν ηλεκτρονιακή δομή:



Από τις παραπάνω δομές φαίνεται ότι  $Z_A = 11$  και  $Z_B = 12$

Το ηλεκτρόνιο του Α με τη μεγαλύτερη ενέργεια είναι το ηλεκτρόνιο της υποστοιβάδας 3s που έχει άθροισμα  $n+l=3$ . Αυτό συμβαίνει γιατί έχει μεγαλύτερο κύριο κβαντικό αριθμό n, σε σχέση με τα ηλεκτρόνια της υποστοιβάδας 2p που έχουν το ίδιο άθροισμα  $n+l=3$ , αλλά κύριο κβαντικό αριθμό  $n=2$ .

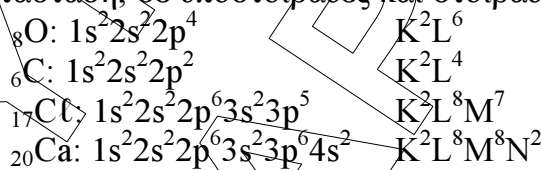
Οι τετράδες των κβαντικών αριθμών του ηλεκτρονίου α μπορεί να είναι:

$n=3, l=0, m_l=0, m_s=1/2$  ή  $n=3, l=0, m_l=0, m_s=-1/2$

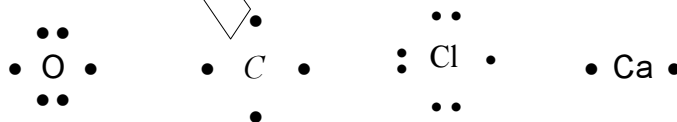
Οπότε οι κοινές τετράδες για τα ηλεκτρόνια α και β, μπορεί να είναι:

$(3, 0, 0, 1/2)$  ή  $(3, 0, 0, -1/2)$

**β.** Οι ηλεκτρονιακές δομές των δεδομένων στοιχείων στη θεμελιώδη κατάσταση, σε υποστοιβάδες και στοιβάδες, είναι:

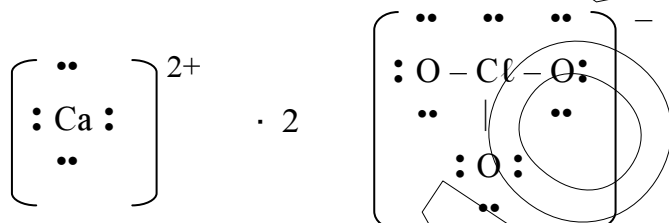


ii) Τα σύμβολα Lewis των στοιχείων, είναι:

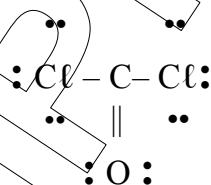


ii) Οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis των ζητούμενων ενώσεων, είναι:

α. Η ένωση  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  είναι ιοντική, με ιόντα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{ClO}_3^-$



β. Η ένωση  $\text{COCl}_2$  είναι ομοιοπολική:



Παρατήρηση: Δεν απαιτείται αιτιολόγηση και μόνο η σωστή αναγραφή των ηλεκτρονιακών τύπων, βαθμολογείται με άριστα.

**B.2 α** Διάλυμα Δ1 ( $\theta_1$  °C)

mol/L	HA	+ H <sub>2</sub> O	⇌	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+ A <sup>-</sup>
αρχικά	0,1				
μεταβολές	-x			+x	+x
ισορροπία	0,1-x			x	x

$$pH = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} M. \text{ Άρα } x = 10^{-3}$$

$$K_a(HA) = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = \frac{10^{-6}}{0,1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_a(HA) = 10^{-5} \text{ στους } \theta_1 \text{ °C}$$

Διάλυμα Δ2 ( $\theta_1$  °C)

Το άλας  $\text{NaA}$  δίσταται και το ιόν  $\text{A}^-$  αντιδρά με το νερό, ενώ το  $\text{Na}^+$  δεν αντιδρά.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2014

E\_3.Xλ3Θ(α)

mol/ L διάσταση	$\text{NaA} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{A}^-$
	0,01      0,01

mol/ L	$\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$
αρχικά	0,01
μεταβολές	-ψ      +ψ      +ψ
ισορροπία	0,01 - ψ      ψ      ψ

$\text{pH} = 8 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8}$ . Οπότε:  $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_w}{10^{-8}}$ . Άρα  $\psi = \frac{K_w}{10^{-8}}$

$$K_b(\text{A}^-) = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = \frac{\psi^2}{0,01 - \psi} \approx \frac{\psi^2}{0,01} = \frac{(10^{-8})^2}{0,01} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{K_w^2}{10^{-18}} = K_b(\text{A}^-) \text{ στους } \theta_1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_a(\text{HA}) \cdot K_b(\text{A}^-) \neq K_w \Rightarrow 10^{-5} \cdot \frac{K_w^2}{10^{-18}} = K_w \Rightarrow 10^{-5} K_w = 10^{-18} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow K_w = 10^{-13} \text{ στους } \theta_1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Διάλυμα Δ3 (25°C)

$\text{pH} = 3,5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,5}$ . Άρα:  $\omega = 10^{-3,5}$

mol/ L	$\text{HB} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{B}^-$
αρχικά	0,01
μεταβολές	-ω      +ω      +ω
ισορροπία	0,01 - ω      ω      ω

$$K_a(\text{HB}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = \frac{\omega^2}{0,01 - \omega} \approx \frac{\omega^2}{0,01} = \frac{(10^{-3,5})^2}{0,01} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow K_a(\text{HB}) = 10^{-5} \text{ (25}^\circ\text{C)}$$

Η  $K_w$  στους  $\theta_1$ °C είναι ίση με  $10^{-13}$ , δηλαδή μεγαλύτερη από την  $K_w$  στους 25°C.

Όμως η  $K_w$  αυξάνει με αύξηση της θερμοκρασίας, αφού ο ιοντισμός του νερού είναι ενδόθερμο φαινόμενο και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τα ενδόθερμα φαινόμενα. Άρα:  $\theta_1 > 25^\circ\text{C}$ . Αντίστοιχα και η  $K_a$  αυξάνει με αύξηση της θερμοκρασίας για τον ίδιο λόγο.

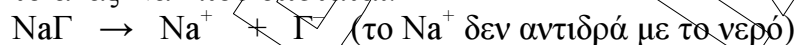
Με βάση τα παραπάνω το οξύ HA θα έχει στους  $25^\circ\text{C}$   $K_a(\text{HA}) < 10^{-5}$ , οπότε στους  $25^\circ\text{C}$   $K_a(\text{HA}) < K_a(\text{HB})$ . Προκύπτει λοιπόν, ότι:

Ισχυρότερο οξύ είναι το HB αφού έχει μεγαλύτερη  $K_a$  στην ίδια θερμοκρασία.

**B.2 β** i) Σωστή είναι η καμπύλη (γ)

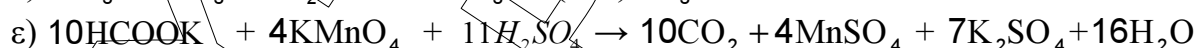
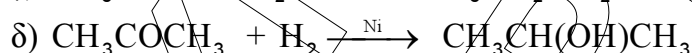
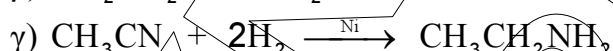
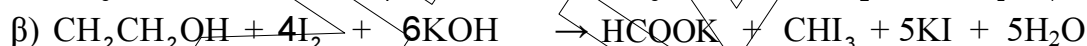
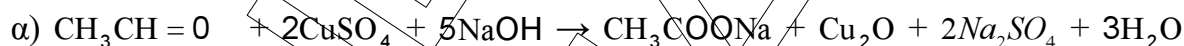


Στο ισοδύναμο σημείο που έχουμε πλήρη εξουδετέρωση, έχουμε μόνο το άλας NaG που διάσπασται:



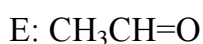
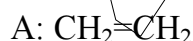
Άρα στο ισοδύναμο σημείο το pH είναι βασικό  $\text{pH} > 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ , πράγμα που φαίνεται στην καμπύλη (γ).

**B.3**

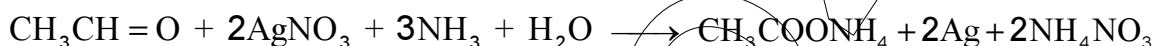


**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ.1**



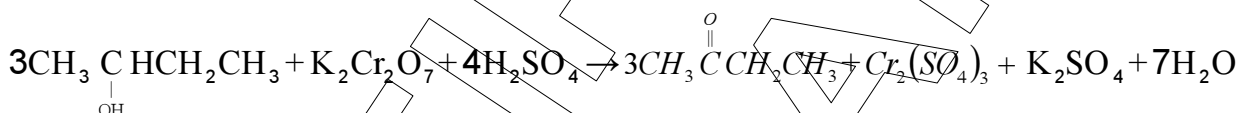
Γ.2 Παίρνουμε ένα δείγμα από την άγνωστη ένωση και αν αντιδράσει με αντιδραστήριο Tollen's θα δούμε να σχηματίζεται κάτοπτρο αργύρου (Ag). Τότε η ένωση είναι η  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$  (ένωση E)



Αν δεν είναι η  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ , παίρνουμε δεύτερο δείγμα από την άγνωστη ένωση και αν αντιδράσει με το όξινο διάλυμα  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  θα δούμε μετατροπή του πορτοκαλί χρώματος του διαλύματος σε πράσινο, δηλαδή η ένωση οξειδώθηκε χωρίς να είναι η E.

Άρα είναι η  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$  (ένωση K) που αντιδρά με  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$  και όχι με Tollen's.

Η χημική εξίσωση της αντίδρασης, είναι η εξής:



Αν στις δύο παραπάνω διεργασίες δεν παρατηρήσουμε ένα από τα οπτικά αποτελέσματα που περιγράψαμε, τότε η ένωση θα είναι η κετόνη  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  (βουτανόνη) η οποία δεν ανάγει το Tollen's και δεν οξειδώνεται από το  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ .

(οξειδώνεται μόνο σε δραστικές συνθήκες με διάσπαση του μορίου της)

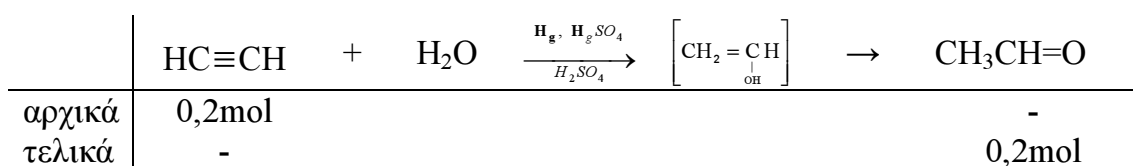
Γ.3 Έστω ότι το μίγμα περιέχει  $\alpha$  mol  $\text{C}_2\text{H}_2$  και  $\alpha$  mol  $\text{C}_3\text{H}_4$  αφού είναι ισομοριακό,

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_2) = 2 \cdot 12 + 2 = 26 \quad M_r(\text{C}_3\text{H}_4) = 3 \cdot 12 + 4 = 40$$

$$m_{\text{μγμ.}} = m_1 + m_2 = n_1 M_{r1} + n_2 M_{r2} \Rightarrow 13,2 = 26\alpha + 40\alpha \Rightarrow 66\alpha = 13,2$$

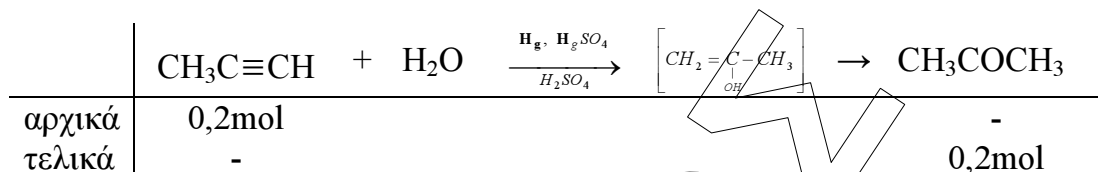
$$\Rightarrow \alpha = \frac{13,2}{66} \Rightarrow \alpha = 0,2 \text{ mol}$$

Οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι οι εξής:



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2014

E\_3.Xλ3Θ(α)

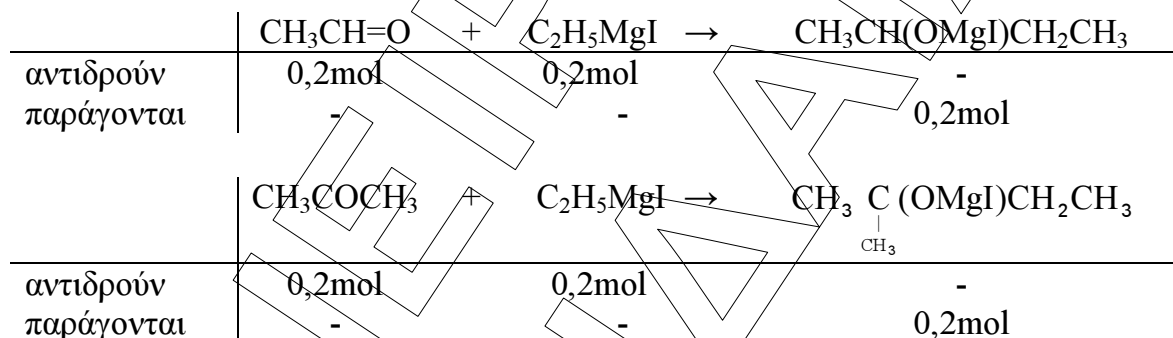


Στη συνέχεια το μίγμα των καρβονυλικών ενώσεων που παράγεται, προστίθεται στο αιθερικό διάλυμα του αντιδραστήριου Grignard  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgI}$ .

$$\text{Mr}(\text{C}_2\text{H}_5\text{MgI}) = 2 \cdot 12 + 5 + 24 + 127 = 180$$

$$\text{Τα mol του Grignard είναι: } n = \frac{m}{\text{Mr}} = \frac{90}{180} \Rightarrow n = 0,5\text{mol}$$

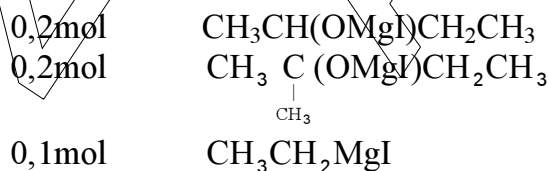
Οι αντιδράσεις του Grignard με το μίγμα των καρβονυλικών είναι:



Παρατηρούμε ότι η ποσότητα του  $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgI}$  που αντέδρασε με το μίγμα των καρβονυλικών είναι 0,4 mol.

Επειδή η αρχική ποσότητα του  $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgI}$  ήταν 0,5mol, περίσσεψαν 0,1mol.

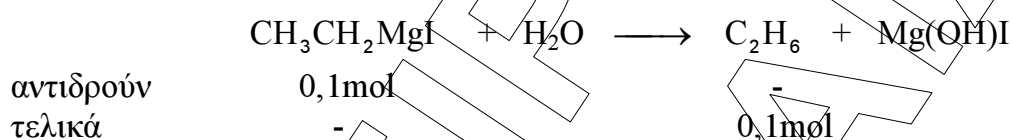
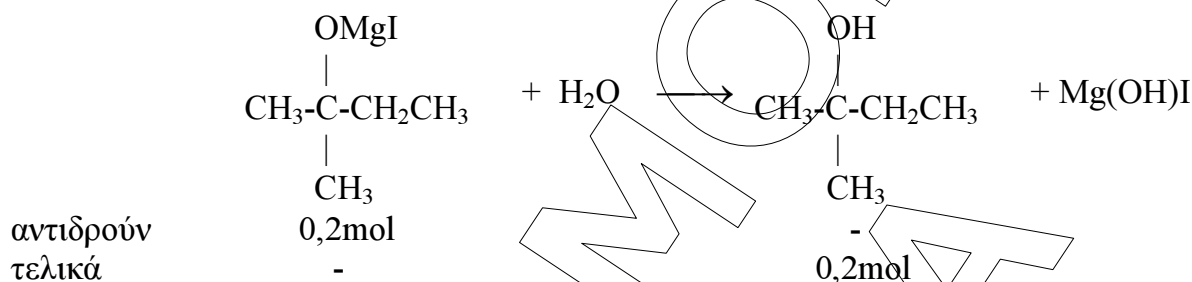
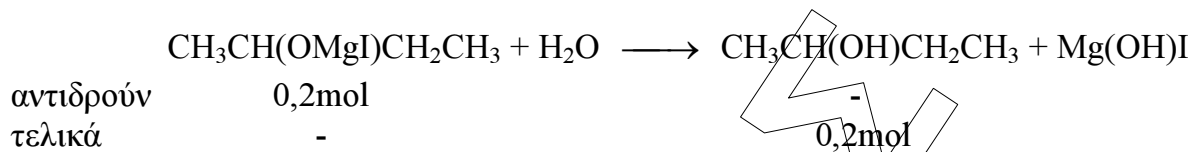
Δηλαδή στο δοχείο υπάρχουν:



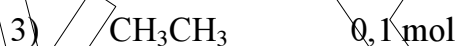
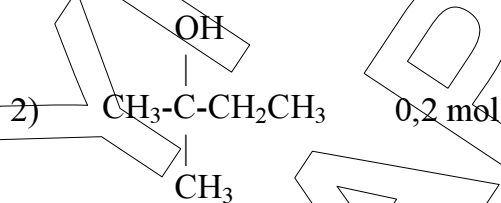
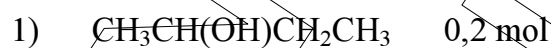
Όταν στη συνέχεια προσθέσουμε περίσσεια νερού θα αντιδράσουν και οι τρεις παραπάνω ενώσεις με το νερό, ως εξής:

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2014

E\_3.Xλ3Θ(α)



Τελικά οι οργανικές ενώσεις που προκύπτουν και οι ποσότητές τους σε mol, είναι:





**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2014**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

**ΘΕΜΑ Δ**

**Δ.1 α Διάλυμα Υ1**

mol/ L	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	$c_1$		
μεταβολές	$-x$	$+x$	$+x$
ισορροπία	$c_1 - x$	$x$	$x$

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = K_a = \frac{x^2}{c_1 - x} \approx \frac{x^2}{c_1} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot c_1} = \sqrt{10^{-4} \cdot 1} \Rightarrow$$

$$x = 10^{-2}$$

$$\alpha_1 = \frac{n_{\text{ιοντ}}(\text{HCOOH})}{n_{\text{αρχ}}(\text{HCOOH})} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{x}{c_1} = \frac{10^{-2}}{1} \Rightarrow \alpha_1 = 10^{-2}$$

Διάλυμα Υ4

Γίνεται ανάμιξη διαλυμάτων του ίδιου διαλύτη και διαφορετικών διαλυμένων ουσιών, που δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Γίνεται αρραίωση λοιπόν για κάθε διάλυμα.

Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{1} \Rightarrow V_1 = 4V_2 \text{ οπότε } \frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{4}{5} \text{ και } \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1}{5}$$

$$\text{για το HCOOH: } n_{1(\text{τελ})} = n_{1(\text{αρχ})} \Rightarrow C_{\alpha\xi}(V_1 + V_2) = c_1 \cdot V_1 \Rightarrow C_{\alpha\xi} = \frac{c_1 V_1}{V_1 + V_2} \Rightarrow$$

$$C_{\alpha\xi} = 1 \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow C_{\alpha\xi} = 0,8\text{M}$$

$$\text{για το HCOONa: } n_{2(\text{τελ})} = n_{2(\text{αρχ})} \Rightarrow C_{\beta}(V_1 + V_2) = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_{\beta} = \frac{c_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow$$

$$= 0,5 \cdot \frac{1}{5} \Rightarrow C_{\beta} = 0,1\text{M}$$

mol/L	$\text{HCOONa} \longrightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+$	
Διάσταση	0,1	0,1

mol/ L	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	0,8	0,1	
μεταβολές	$-\psi$	$+\psi$	$+\psi$
ισορροπία	$0,8 - \psi$	$0,1 + \psi$	$\psi$

Αφού δίνεται ότι ισχύουν οι προσεγγίσεις, έχουμε:

$$[H_3O^+] = K_a \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta}} = 10^{-4} \frac{0,8}{0,1} \Rightarrow [H_3O^+] = 8 \cdot 10^{-4} \text{ M} \text{ Άρα: } \psi = 8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\alpha_2 = \frac{n_{\text{ιοντ}}(\text{HCOOH})}{n_{\text{αρχ}}(\text{HCOOH})} = \frac{\psi}{C_{\alpha\xi}} = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{0,8} \Rightarrow \alpha_2 = 10^{-3}$$

Η μεταβολή του βαθμού ιοντισμού του HCOOH είναι:

$$\Delta\alpha = \alpha_{\text{τελ}} - \alpha_{\text{αρχ}} = \alpha_2 - \alpha_1 = 10^{-3} - 10^{-2} = 10^{-1} \cdot 10^{-2} - 10^{-2} = 10^{-2} (0,1 - 1) = -0,9 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \Rightarrow \Delta\alpha = -9 \cdot 10^{-3}$$

$$\% \text{ μεταβολή} = \frac{\Delta\alpha}{\alpha_1} \cdot 100 = \frac{-9 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} \cdot 100 = -90$$

Οπότε η % μεταβολή είναι -90%, δηλαδή ελάττωση 90%

**Δ.1 β** Με την αραιώση του ρυθμιστικού διαλύματος Y4 ελαττώνονται οι συγκεντρώσεις των συστατικών του:

$$\text{HCOOH} : C'_{\alpha\xi} \cdot V_{\tau} = C_{\alpha\xi} \cdot V_{\text{αρχ}} \Rightarrow C'_{\alpha\xi} = \frac{C_{\alpha\xi} \cdot V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}}$$

$$\text{HCOONa} : C'_{\beta} \cdot V_{\tau} = C_{\beta} \cdot V_{\text{αρχ}} \Rightarrow C'_{\beta} = \frac{C_{\beta} \cdot V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}}$$

Με την προϋπόθεση να ισχύουν οι προσεγγίσεις, δηλαδή για αραιώση σε κάποια όρια, για τη  $[H_3O^+]_{\text{αραιωμ}}$  στο αραιωμένο διάλυμα έχουμε:

$$[H_3O^+]_{\text{αραιωμ}} = K_a \frac{C'_{\alpha\xi}}{C'_{\beta}} = K_a \frac{C_{\alpha\xi} \frac{V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}}}{C_{\beta} \frac{V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}}} = K_a \frac{C_{\alpha\xi}}{C_{\beta}} = [H_3O^+]_{\text{αρχικό}}$$

Άρα για αραιώση σε όρια που ισχύουν οι προσεγγίσεις, το pH του ρυθμιστικού διαλύματος Y4 πρακτικά δε μεταβάλλεται.

Το συγκεκριμένο ρυθμιστικό διάλυμα είναι όξινο, αφού έχει  $\text{pH} < 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ :

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}} = 4 + \log \frac{1}{8} < 7$$

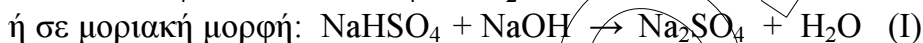
Με τη συνεχή αραιώση του όξινου διαλύματος Y4 πάνω από τα όρια που ισχύουν οι προσεγγίσεις, θα ελαττώνονται όλο και περισσότερο οι συγκεντρώσεις των συστατικών του Y4 .

Το pH του διαλύματος θα αυξάνει και για πολύ μεγάλη αραιώση τείνει στη τιμή του ουδέτερου pH ( $\text{pH} = 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ ).

Δ2. Τα mol του  $\text{NaHSO}_4$  είναι:  $n_{\text{NaHSO}_4} = C_3 \cdot V_3 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ mol}$

Τα mol του  $\text{NaOH}$  είναι:  $n_{\text{NaOH}} = C_4 \cdot V_4 = 2 \cdot C_4 \text{ mol} = n$

Γίνεται αντίδραση μεταφοράς πρωτονίου ( $\text{H}^+$ ) από το οξύ  $\text{HSO}_4^-$  στη βάση



Το διάλυμα που προκύπτει (Y5) έχει  $\text{pH}=2$

Θα κάνουμε διερεύνηση:

i) Αν τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία, δηλαδή  $n = 6$ , τότε τελικά όπως προκύπτει από τη χημική εξίσωση (I), θα υπήρχε διάλυμα  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , όπου:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

Τα ιόντα  $\text{Na}^+$  δεν αντιδρούν με το νερό, ενώ τα ιόντα  $\text{SO}_4^{2-}$  αντιδρούν ως εξής:  $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{OH}^-$

Δηλαδή θα προέκυπτε βασικό διάλυμα  $\text{pH} > 7$ , απορρίπτεται.

ii) Αν το  $\text{NaOH}$  βρισκόταν σε περίσσεια,  $n > 6$ , τότε θα είχαμε τελικά ίδια ποσότητα  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  με την προηγούμενη περίπτωση και επιπλέον ισχυρή βάση. Άρα ακόμη μεγαλύτερο  $\text{pH}$ , οπότε απορρίπτεται.

iii) Για να έχουμε τελικά  $\text{pH} = 2$  περισεύει το  $\text{NaHSO}_4$  ( $n < 6$ )

mol	$\text{NaHSO}_4$	+	$\text{NaOH}$	$\rightarrow$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	+	$\text{H}_2\text{O}$
αρχικά	6		n		-		
αντιδρούν	n		n		-		
παράγονται	-		-		n		
τελικά	6 - n		0		n		

Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα  $\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-}$ .

Για το  $\text{HSO}_4^-$  έχουμε:  $C_{\alpha} = \frac{6-n}{V_T} = \frac{6-n \text{ mol}}{5 \text{ L}}$

Για το  $\text{SO}_4^{2-}$  έχουμε:  $C_{\beta} = \frac{n}{V_T} = \frac{n \text{ mol}}{5 \text{ L}}$

mol/L	$\text{NaHSO}_4$	$\rightarrow$	$\text{Na}^+$	+	$\text{HSO}_4^-$
Διάσταση			$C_{\alpha}$		$C_{\alpha}$
mol/L	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\rightarrow$	$2\text{Na}^+$	+	$\text{SO}_4^{2-}$
Διάσταση			$2C_{\beta}$		$C_{\beta}$

Το  $\text{Na}^+$  δεν αντιδρά με το νερό.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2014

E\_3.Xλ3Θ(α)

mol/L	$\text{HSO}_4^-$	+	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_4^{2-}$	+	$\text{H}_3\text{O}^+$
αρχικά	$C_{\text{oξ}}$				$C_{\beta}$		
μεταβολές	$-\phi$				$+\phi$		$+\phi$
ισορροπία	$C_{\text{oξ}} - \phi$				$C_{\beta} + \phi$		$\phi$

$\text{pH}=2 \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$  και προκύπτει  $\phi = 10^{-2}$

$$K_a(\text{HSO}_4^-) = \frac{[\text{SO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{(C_{\beta} + \phi) \phi}{C_{\text{oξ}} - \phi} \approx \frac{C_{\beta} \cdot \phi}{C_{\text{oξ}}} \Rightarrow \frac{C_{\beta}}{C_{\text{oξ}}} = \frac{K_a}{\phi} \Rightarrow \frac{C_{\beta}}{C_{\text{oξ}}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{C_{\beta}}{C_{\text{oξ}}} = 0,5 \Rightarrow C_{\text{oξ}} = 2C_{\beta} \Rightarrow \frac{6-n}{5} = \frac{2 \cdot n}{5} \Rightarrow 6-n = 2n \Rightarrow 6 = 3n \Rightarrow n = 2 \text{ mol}$$

Για τη συγκέντρωση του NaOH θα έχουμε:

$$C_4 = \frac{n}{V_4} = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ M} \quad \text{Άρα: } C_4 = 1 \text{ M}$$

- Δ3 α.** Το διάλυμα Υ6 περιέχει  $\text{HCOOH}$  με  $C_1 = 1 \text{ M}$  και  $\text{pH}=1$ .  
 $[\text{H}_3\text{O}^+]$  του διαλύματος είναι  $0,1 \text{ M}$  λόγω της ρύθμισης που έγινε.

$$\text{pH}=1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} \text{ M}$$

mol/L	$\text{HCOOH}$	+	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{HCOO}^-$	+	$\text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$1 - \omega$				$\omega$		$0,1$ (ρύθμιση)

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = K_a = \frac{0,1 \cdot \omega}{1 - \omega} \approx \frac{0,1 \cdot \omega}{1} = 0,1 \cdot \omega \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{K_a}{0,1} = \frac{10^{-4}}{0,1} = 10^{-3}$$

$$\alpha = \frac{n_{\text{ισορρ}}(\text{HCOOH})}{n_{\text{αρχ}}(\text{HCOOH})} = \frac{\omega}{1} = \frac{10^{-3}}{1} \quad \text{Άρα: } \alpha = 10^{-3}$$

β. Το διάλυμα Υ7 που προκύπτει μετά την προσθήκη της ΜΟΗ, έχει

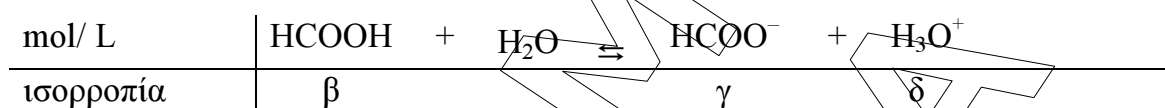
$$[\text{OH}^-] = 4 \cdot 10^{-10} \text{ M} \text{ άρα } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{4 \cdot 10^{-10}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ M.}$$

Έστω ότι στο διάλυμα Υ7 έχουμε τελικά:

$$[\text{HCOOH}] = \beta \text{ mol/L και } [\text{HCOO}^-] = \gamma \text{ mol/L}$$

Οι παραπάνω συγκεντρώσεις έχουν προκύψει τελικά, μετά από τις όποιες αντιδράσεις έχουν συμβεί.

Εκτός των άλλων, στο διάλυμα Υ7 έχουμε και την ισορροπία:



$$\text{Είναι } \delta = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ M.}$$

Τα ανιόντα HCOO<sup>-</sup> έχουν προκύψει από την αρχική ποσότητα του HCOOH:

$$(\text{mol HCOOH τελικά}) + (\text{mol HCOO}^- \text{ τελικά}) = (\text{mol HCOOH αρχικά})$$

και επειδή ο όγκος δεν έχει μεταβληθεί, θα έχουμε:

$$[\text{HCOOH}] \text{ τελικά} + [\text{HCOO}^-] \text{ τελικά} = [\text{HCOOH}] \text{ αρχικά}$$

$$\text{Με } [\text{HCOOH}] \text{ αρχικά} = 1 \text{ M, ισχύει: } \boxed{\beta + \gamma = 1} \quad (1)$$

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{\gamma \cdot 2,5 \cdot 10^{-5}}{\beta} \Rightarrow \gamma = \frac{10^{-4} \beta}{2,5 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\gamma = 4\beta} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι:  $5\beta = 1 \Rightarrow \beta = 0,2$  και  $\gamma = 0,8$ .

Άρα στο διάλυμα Υ7, θα είναι:  $\boxed{[\text{HCOO}^-] = 0,8 \text{ mol/L}}$