

Πανελλαδικές εξετάσεις 2015

Ενδεικτικές απαντήσεις στο μάθημα «ΧΗΜΕΙΑ»

Θέμα Α

- A1. γ
- A2. β
- A3. γ
- A4. α
- A5. β

Θέμα Β

- B1. α. Λ
- β. Σ
- γ. Σ
- δ. Λ
- ε. Λ

Αιτιολογήσεις:

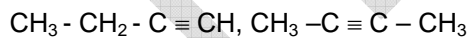
α) Το NaF δίσταται ως εξής: $\text{NaF} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{F}^-$

Το F^- αντιδρά με το νερό: $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$

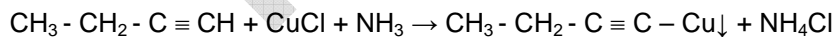
Η ισχυρή βάση (έστω MOH) δίσταται: $\text{MOH} \rightarrow \text{M}^+ + \text{OH}^-$

Επειδή έχουμε ανάμειξη διαλυμάτων γίνεται αραίωση του διαλύματος NaF αλλά ταυτόχρονα έχουμε και επίδραση κοινού ιόντος (OH^-). Με την επίδραση κοινού ιόντος θα αυξηθεί η $[\text{OH}^-]$ οπότε αντίστοιχα θα αυξηθεί και το pH. Όμως, με την αραίωση ελαττώνεται η $[\text{OH}^-]$ οπότε αντίστοιχα μειώνεται και το pH. Αν λοιπόν επικρατήσει το φαινόμενο της αραίωσης, (με προσθήκη μεγάλου όγκου διαλύματος ισχυρής βάσης και μικρής συγκέντρωσης) τότε μπορεί το pH τελικά να ελαττωθεί.

β) Τα ισομερή βουτίνια είναι:



Το 1-βουτίνιο αντιδρά με διάλυμα $\text{CuCl} / \text{NH}_3$ και δίνει κεραμέρυθρο ίζημα, ως εξής:

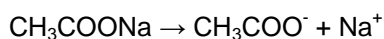
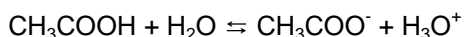


Αν παρατηρήσουμε το σχηματισμό του ιζήματος, έχουμε το 1-βουτίνιο.

Αν δεν παρατηρήσουμε το σχηματισμό του ιζήματος, έχουμε το 2-βουτίνιο.

γ) Το NaCl δίνει κατά τη διάστασή του ιόντα που δεν αντιδρούν με το νερό: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Έτσι, μέσα στο διάλυμα θα έχουμε το οξύ CH_3COOH και τη συζυγή του βάση CH_3COO^- , που αποτελούν ρυθμιστικό διάλυμα:



- δ) Τα ευγενή αέρια έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική τους στοιβάδα, οπότε για αυτά που έχουν δύο στοιβάδες ή περισσότερες ισχύει ότι η δομή τους στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $ns^2 np^6$. Όμως, το He έχει μόνο μία στοιβάδα (την K) και δεν έχει την παραπάνω δομή, αλλά τη δομή $1s^2$.
- ε) Η CH_3OH έχει τιμή K_a μικρότερη από 10^{-14} (σχολικό βιβλίο σελίδα 112), οπότε δεν αντιδρά με το νερό. Επίσης η CH_3OH είναι το συζυγές οξύ της ισχυρής σε υδατικό διάλυμα βάσης κατά Bronsted - Lowry CH_3O^- γι' αυτό δεν αντιδρά με το νερό.

B2. α) Το X με δομή $1s^2 2s^2 2p^3$ βρίσκεται στην 2^η περίοδο και στην 15^η ομάδα ή 5^η κύρια ομάδα (VA)
 Το Ψ με δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ βρίσκεται στην 3^η περίοδο και στην 2^η ομάδα ή 2^η κύρια ομάδα (IIA)

β)

Αφού τα δύο στοιχεία δεν ανήκουν στην ίδια ομάδα ή στην ίδια περίοδο, θα χρησιμοποιήσουμε το διασταυρούμενο στοιχείο $_{15}\Sigma$ που βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το X και στην ίδια περίοδο με το Ψ.

Το στοιχείο $_{7}X$ θα έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από το στοιχείο $_{15}\Sigma$ ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$) που βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το X αλλά στην επόμενη περίοδο (3^η), αφού η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{11}) αυξάνεται από κάτω προς τα επάνω κατά μήκος μίας ομάδας.

Όμως, το $_{15}\Sigma$ θα έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από το στοιχείο $_{12}\Psi$ με το οποίο βρίσκονται στην ίδια περίοδο (3^η) αλλά σε διαφορετική ομάδα. Το Ψ βρίσκεται στην 2^η ομάδα του Π.Π. ενώ το Σ στην 15^η ομάδα του Π.Π.. Δεδομένου ότι η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{11}) αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μίας περιόδου, το Σ θα έχει μεγαλύτερη E_{11} .

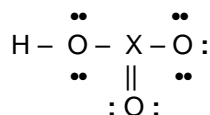
Επομένως: $E_{11(X)} > E_{11(\Sigma)} > E_{11(\Psi)} \Rightarrow E_{11(X)} > E_{11(\Psi)}$.

γ)

i) HXO_3

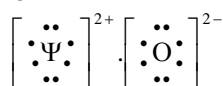
Τα άτομα H, X και O είναι αμέταλλα και επομένως θα σχηματίζουν ομοιοπολική ένωση. Το άθροισμα των ηλεκτρονίων σθένους είναι $1 + 5 + 3 \cdot 6 = 24$ και κεντρικό άτομο θα είναι το X. Αρχικά δημιουργούνται τέσσερα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και τα υπόλοιπα 16 ηλεκτρόνια τοποθετούνται ως μη δεσμικά ζεύγη στα περιφερειακά άτομα, ικανοποιώντας τον κανόνα της οκτάδας για όλα τα άτομα, εκτός από το κεντρικό άτομο X.

Μετατρέπουμε ένα μη δεσμικό ζεύγος του οξυγόνου (όχι αυτού που ενώνεται με το H) σε δεσμικό, ώστε να προκύψει διπλός δεσμός.

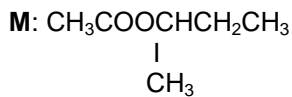
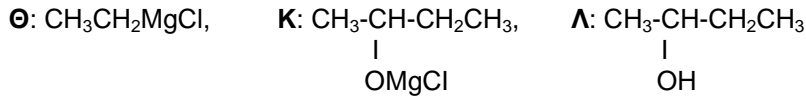
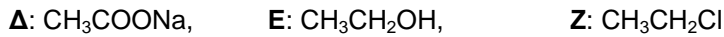
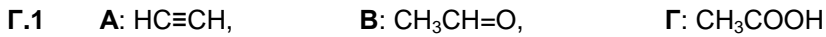


ii) ΨO

Ιοντική ένωση με ιόντα Ψ^{2+} και O^{2-}



Θέμα Γ



Γ.2

α)

Υπάρχουν δύο ισομερή βουτένια με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα:

Το 1-βουτένιο $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ και 2-βουτένιο $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$

Με επίδραση νερού, το 2-βουτένιο δίνει ένα και μοναδικό προϊόν, ενώ στο 1-βουτένιο, παράγονται δύο προϊόντα, το κύριο Β που είναι η 2-βουτανόλη: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ και το δευτερεύον Γ που είναι η 1-βουτανόλη: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

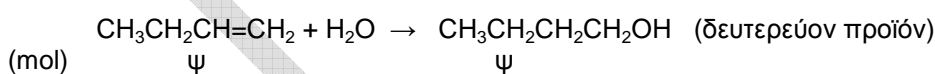
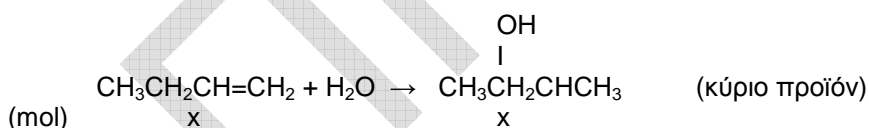
Οι ζητούμενοι συντακτικοί τύποι είναι:



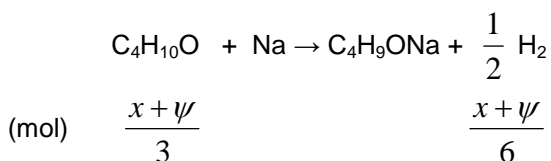
β)

Έστω ότι x mol του $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ μετατρέπονται σε Β

και ψ mol του $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ μετατρέπονται σε Γ

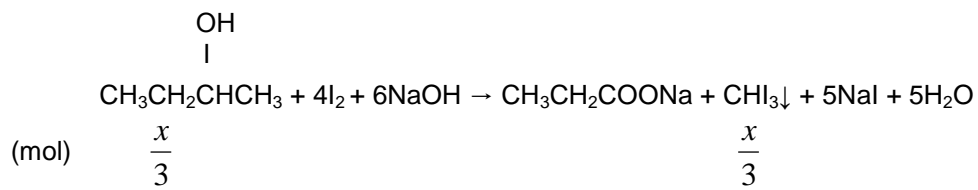


Α' μέρος



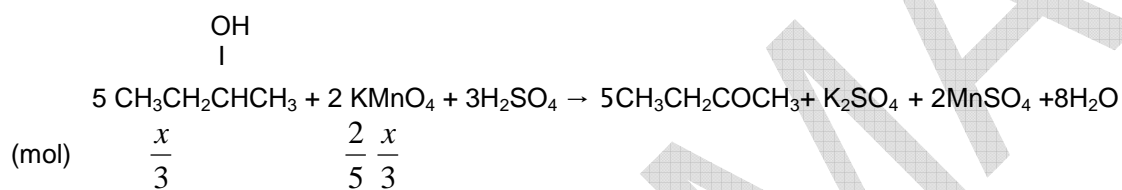
$$n = \frac{V}{V_m} \Rightarrow \frac{x + \psi}{6} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \Rightarrow \mathbf{x + \psi = 0,3 \text{ (1)}}$$

Β' μέρος

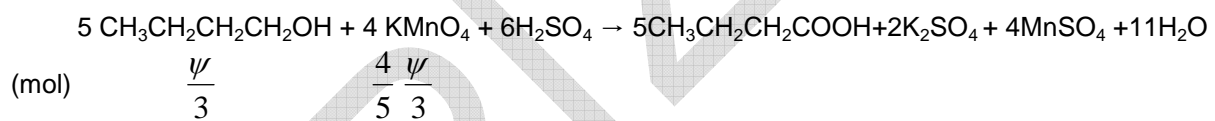


$$\frac{x}{3} = 0,08 \Rightarrow \mathbf{x = 0,24\text{mol}}$$
 και από την (1) έχουμε: $\mathbf{\psi = 0,06\text{mol}}$

Γ' μέρος



$$n_1 = \frac{2}{5} \cdot \frac{0,24}{3} = 0,032\text{mol KMnO}_4$$



$$n_2 = \frac{4}{5} \cdot \frac{0,06}{3} = 0,016\text{mol KMnO}_4$$

$$(n_1 + n_2)_{\text{KMnO}_4} = 0,032 + 0,016 = 0,048\text{mol}$$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,048}{0,1} = 0,48\text{L}$$

Άρα: $V_{\text{KMnO}_4} = 480\text{mL}$

Θέμα Δ

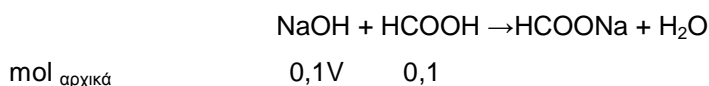
Δ 1.

Κατά την ανάμιξη του Y1 με το Y3 έχουμε αντίδραση εξουδετέρωσης:

Έστω V L ο ζητούμενος όγκος. Θα έχουμε:

$$\text{HCOOH} : C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \cdot V = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ mol}$$

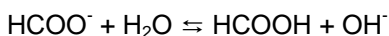
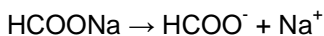
$$\text{NaOH} : C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \cdot V = 0,1 \cdot V = 0,1 \cdot V \text{ mol}$$



Διερεύνηση:

Α' περίπτωση:

$0,1V = 0,1$. Το τελικό διάλυμα θα περιέχει μόνο HCOONa το οποίο επειδή είναι άλας που προέρχεται από εξουδετέρωση ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση θα έχει $\text{pH} > 7$. Συνεπώς αυτή η περίπτωση απορρίπτεται:



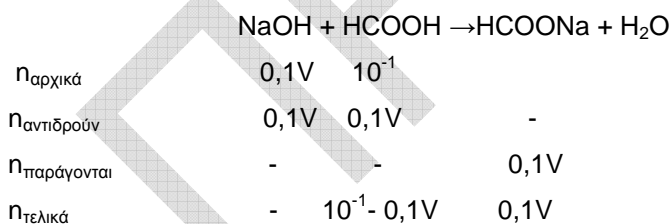
Β' περίπτωση:

$0,1V > 0,1$. Το τελικό διάλυμα θα περιέχει HCOONa όσο και στην πρώτη περίπτωση και επιπλέον την περίσσεια του NaOH, οπότε θα είναι ακόμα πιο βασικό και έτσι και αυτή η περίπτωση απορρίπτεται.

Γ περίπτωση:

$0,1V < 0,1$. Το τελικό διάλυμα θα περιέχει HCOOH και HCOONa. Θα είναι δηλαδή ρυθμιστικό οπότε το pH του μπορεί να είναι 4.

Έχουμε:



Οι συγκεντρώσεις των ουσιών στο τελικό διάλυμα θα είναι:

$$\text{HCOOH} : C_o = \frac{10^{-1} - 0,1V}{1 + V} M \quad \text{και} \quad \text{HCOONa} : C_b = \frac{0,1V}{1 + V} M$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Henderson-Hasselbach έχουμε:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_b}{C_o} \Rightarrow 4 = 4 + \log \frac{0,1V}{\frac{10^{-1} - 0,1V}{1 + V}} \Rightarrow \log 1 = \log \frac{0,1V}{10^{-1} - 0,1V} \Rightarrow$$

$$0,1V = 10^{-1} - 0,1V \Rightarrow 0,2V = 0,1 \Rightarrow V = 0,5 \text{ L} \quad \boxed{V = 500 \text{ ml}}$$

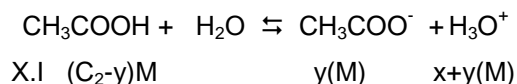
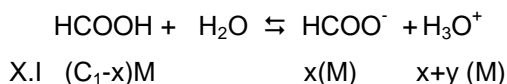
Δ 2.

Στο διάλυμα Υ4 θα έχουμε επίδραση κοινού ιόντος από τα δύο οξέα. Υπολογίζουμε τις νέες συγκεντρώσεις:

$$\text{HCOOH: } C_1' \cdot V_1' = C_1 \cdot V_1 \Rightarrow 0,1 \cdot 0,5 = C_1 \cdot 1 \Rightarrow C_1 = 0,05 \text{ M}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH: } C_2' \cdot V_2' = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 1 \cdot 0,5 = C_2 \cdot 1 \Rightarrow C_2 = 0,5 \text{ M}$$

Γράφουμε τους ιοντισμούς για τα δύο οξέα:



$$K_{a1} = \frac{x(x+y)}{0,05-x}$$

$$K_{a2} = \frac{y(x+y)}{0,5-y}$$

Επειδή επιτρέπονται οι προσεγγίσεις έχουμε τελικά:

$$K_{a1} = \frac{x(x+y)}{0,05} \quad (1)$$

$$K_{a2} = \frac{y(x+y)}{0,5} \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{\frac{x(x+y)}{0,05}}{\frac{y(x+y)}{0,5}} \Rightarrow \frac{10^{-4}}{10^{-5}} = \frac{0,5x}{0,05y} \Rightarrow 10 = 10 \frac{x}{y} \Rightarrow x = y$$

Αντικαθιστώντας στην (1) έχουμε:

$$K_{a1} = \frac{x(x+x)}{0,05} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x \cdot 2x}{0,05} \Rightarrow 2x^2 = 5 \cdot 10^{-6} \Rightarrow x^2 = 2,5 \cdot 10^{-6} \Rightarrow x^2 = 25 \cdot 10^{-7} \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3,5} \text{ M}$$

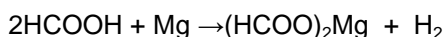
Οπότε τελικά για την $[\text{H}_3\text{O}^+]$ έχουμε:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x + y = 2x = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3,5} = 10 \cdot 10^{-3,5} = 10^{-2,5} \text{ M.}$$

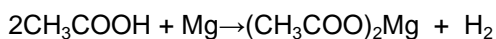
$$\text{Και } \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-2,5} \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 2,5}$$

Δ 3.

Με το Mg αντιδρούν και τα δύο οξέα:



$$\text{Mol} \quad \quad 0,05 \quad \quad \quad \quad \quad 0,025$$



$$\text{Mol} \quad \quad 0,5 \quad \quad \quad \quad \quad 0,25$$

Τα συνολικά mol του H₂ είναι: $n_{\text{ολικά}} = 0,025 + 0,25 = 0,275 \text{ mol}$.

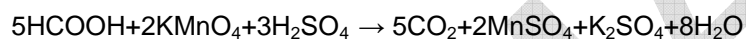
Συνεπώς ο ζητούμενος όγκος θα είναι:

$$V = n \cdot V_m \Rightarrow V = 0,275 \cdot 22,4 \text{ L} \Rightarrow \boxed{V = 6,16 \text{ L}}$$

Δ 4.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης διαλύματος HCOOH με ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα KMnO₄ παρουσία H₂SO₄ είναι δυνατή αφού το HCOOH οξειδώνεται από το διάλυμα KMnO₄ και στο ισοδύναμο σημείο θα έχουμε αποχρωματισμό του διαλύματος KMnO₄.

Η αντίδραση έχει ως εξής:



Δεν απαιτείται η χρήση δείκτη, αφού υπάρχει χρωματική αλλαγή του KMnO₄.