

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ 2004

ΘΕΜΑ 1ο

Για τις ερωτήσεις **1.1 - 1.4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1.1. Τι είδους τροχιακό περιγράφεται από τους κβαντικούς αριθμούς $n=3$ και $\ell=2$;

- α.** 3d
- β.** 3f
- γ.** 3p
- δ.** 3s

Μονάδες 5

1.2. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του φθορίου (${}_{9}\text{F}$);

- α.** $1s^2 2s^2 2p^6$
- β.** $1s^2 2s^2 2p^5$
- γ.** $1s^2 2s^1 2p^6$
- δ.** $1s^1 2s^1 2p^7$

Μονάδες 5

1.3. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις αντιδρά με αλκοολικό διάλυμα NaOH;

- α.** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- β.** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- γ.** $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
- δ.** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

Μονάδες 5

1.4. Σε αραιό υδατικό διάλυμα NH_3 όγκου V_1 με βαθμό ιοντισμού α_1 ($\alpha_1 < 0,1$) προσθέτουμε νερό σε σταθερή θερμοκρασία, μέχρι ο τελικός όγκος του διαλύματος να γίνει $4V_1$. Ο βαθμός ιοντισμού α_2 της NH_3 στο αραιωμένο διάλυμα είναι:

- α.** $\alpha_2 = 2\alpha_1$
- β.** $\alpha_2 = 4\alpha_1$
- γ.** $\alpha_2 = \alpha_1$
- δ.** $\alpha_2 = \frac{1}{2}\alpha_1$

Μονάδες 5

Διευκρίνιση στο ΘΕΜΑ 1 ερώτηση 1.4: Και ο βαθμός ιοντισμού $\alpha_2 < 0,1$.

1.5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση τη λέξη "**Σωστό**", αν η πρόταση είναι σωστή, ή "**Λάθος**", αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α.** Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός m_ℓ καθορίζει το μέγεθος του ηλεκτρονιακού νέφους.
- β.** Στο $\text{HC}\equiv\text{CH}$ τα δύο άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με ένα σ και δύο π δεσμούς.
- γ.** Με την προσθήκη στερεού NH_4Cl σε υδατικό διάλυμα NH_3 , με σταθερή θερμοκρασία και χωρίς μεταβολή όγκου, η τιμή του pH του διαλύματος αυξάνεται.
- δ.** Από τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα (RCOOH) μόνο το μεθανικό οξύ (HCOOH) παρουσιάζει αναγωγικές ιδιότητες.

- ε. Στοιχείο που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^3$, ανήκει στην ομάδα 13 (IIIA) του Περιοδικού Πίνακα.

Μονάδες 5

Απάντηση:

- 1.1. α
1.2. γ
1.3. δ
1.4. α
1.5. α. Λ
β. Σ
γ. Λ
δ. Σ
ε. Λ

ΘΕΜΑ 2ο

- 2.1. Δίνονται τα χημικά στοιχεία $_{11}\text{Na}$ και $_{17}\text{Cl}$.
α. Ποιες είναι οι ηλεκτρονιακές δομές των παραπάνω στοιχείων στη θεμελιώδη κατάσταση;

Μονάδες 2

- β. Ποιο από τα δύο αυτά στοιχεία έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα; (μονάδες 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

Μονάδες 4

- 2.2. Διαθέτουμε τις οργανικές ενώσεις προπανικό οξύ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$), προπανάλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$) και 1-βουτίνιο ($\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$) καθώς και τα αντιδραστήρια:

αμμωνιακό διάλυμα χλωριούχου χαλκού I (CuCl/NH_3),
όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3),
φελίγγειο υγρό ($\text{CuSO}_4/\text{NaOH}$).

Να γράψετε στο τετράδιό σας:

- α. για καθεμιά από τις παραπάνω οργανικές ενώσεις το αντιδραστήριο με το οποίο αντιδρά.

Μονάδες 3

- β. σωστά συμπληρωμένες (σώματα και συντελεστές) τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που θα πραγματοποιηθούν, όταν η καθεμιά οργανική ένωση αντιδράσει με το αντιδραστήριο που επιλέξατε.

Μονάδες 6

- 2.3. Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα Δ_1 , Δ_2 και Δ_3 τα οποία περιέχουν HCl , CH_3COONa και NH_4Cl αντίστοιχα. Τα διαλύματα αυτά βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C και έχουν την ίδια συγκέντρωση c.

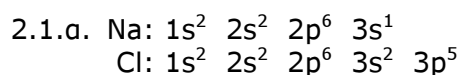
- α. Να κατατάξετε τα παραπάνω διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενης τιμής pH.

Μονάδες 3

- β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

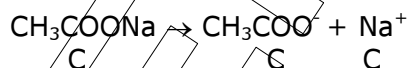
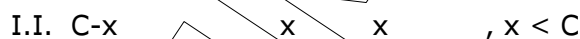
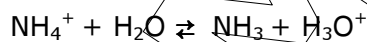
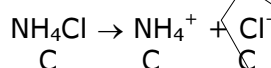
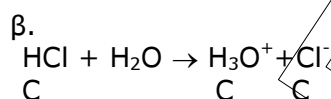
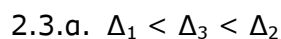
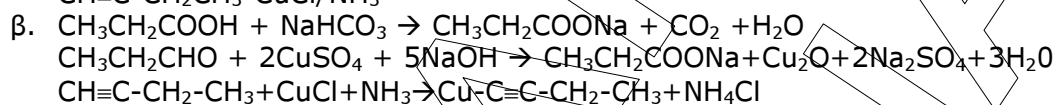
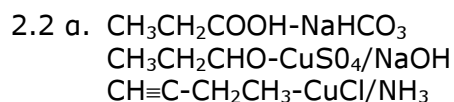
Μονάδες 7

Απάντηση:



β. Το χλώριο

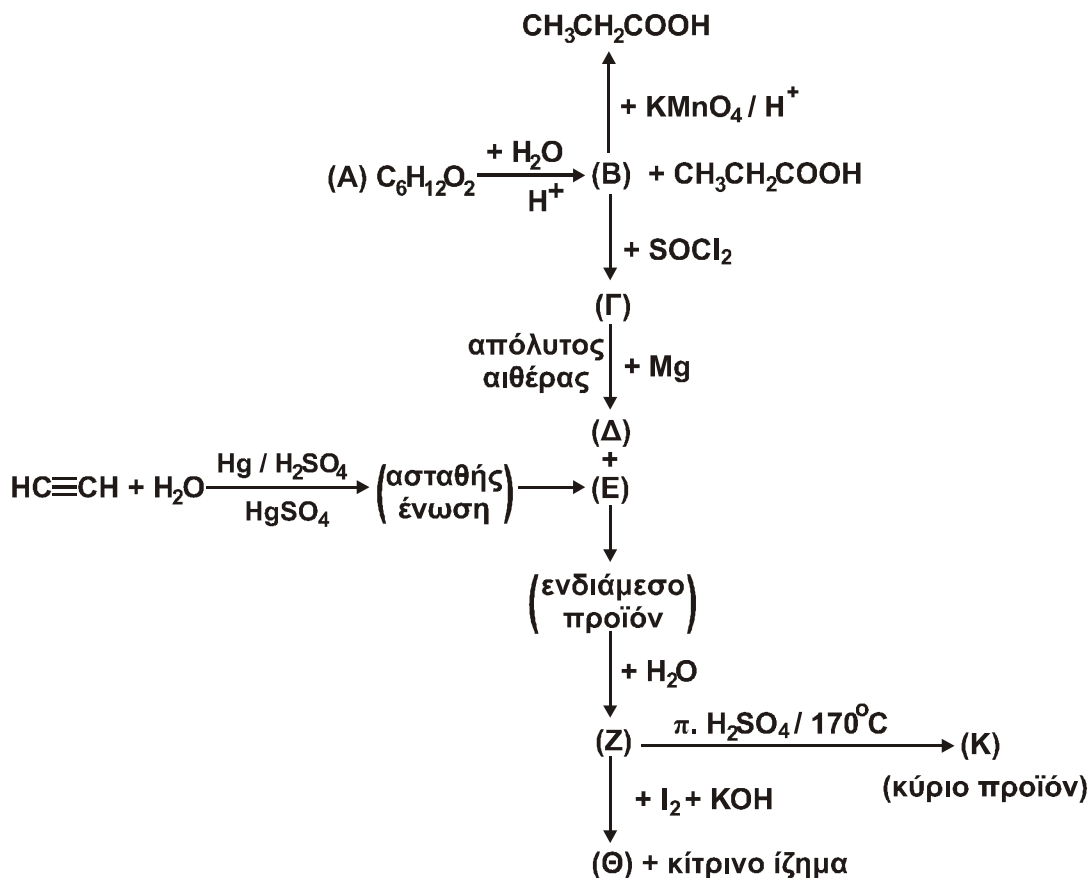
Πρόκειται για στοιχεία της ίδιας περιόδου (3ης). Όπως γνωρίζουμε, κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται, από τα αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του περιοδικού πίνακα, αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου. Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται. (Βλέπε σελ. 23 σχολικού βιβλίου).



όπου C, x, y μετριοούνται σε mol/L

ΘΕΜΑ 3ο

Δίνεται το διάγραμμα των παρακάτω χημικών μετατροπών:



α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **A**, **B**, **Γ**, **Δ**, **E**, **Z**, **Θ** και **K**.

Μονάδες 16

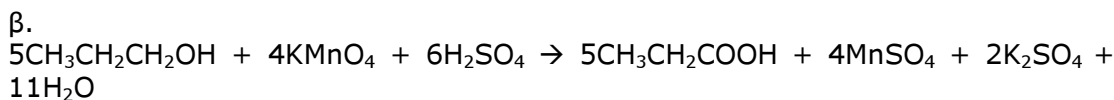
β. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης πλήρους οξειδωσης της οργανικής ένωσης **B** σε $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ με διάλυμα KMnO_4 οξεισμένου με H_2SO_4 ($\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_4$) (μονάδες 5).
 Πόσα mL διαλύματος KMnO_4 0,1 M οξεισμένου με H_2SO_4 απαιτούνται για την παραγωγή 0,02 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ από την ένωση **B**; (μονάδες 4)

Η παραπάνω αντίδραση θεωρείται μονόδρομη και ποσοτική.

Μονάδες 9

Απάντηση:

- α.
- A: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOCH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 - B: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$
 - Γ: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$
 - Δ: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-MgCl}$
 - E: $\text{CH}_3\text{-CH=O}$
 - Z: $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
- Θ: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOK}$
 K: $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$



Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης:
 Τα 4mol KMnO_4 παράγουν 5mols $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
 Τα x; παράγουν 0,02mols

Οπότε $x = \frac{0,02 \cdot 4}{5} = 0,016\text{mols}$.

Για το διάλυμα του KMnO_4 : $C = \frac{n}{V} \Leftrightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,016}{0,1} = 0,16\text{L} = 160\text{mL}$

ΘΕΜΑ 4ο

Σε δύο διαφορετικά δοχεία περιέχονται τα υδατικά διαλύματα Δ_1 : CH_3COOH 0,1 M και Δ_2 : CH_3COONa 0,01 M.

Να υπολογίσετε:

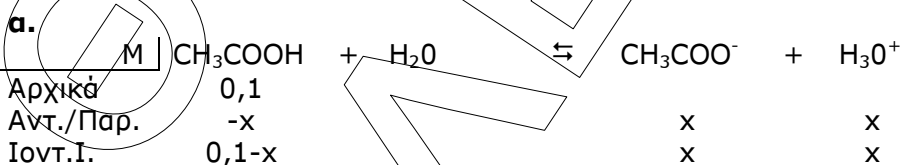
- α. το pH καθενός από τα παραπάνω διαλύματα. **Μονάδες 6**
- β. το pH του διαλύματος Δ_3 που προκύπτει από την ανάμιξη ίσων όγκων από τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 . **Μονάδες 8**
- γ. την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμιξούμε το διάλυμα Δ_1 με διάλυμα NaOH 0,2 M, έτσι ώστε να προκύψει διάλυμα Δ_4 το οποίο να έχει pH ίσο με 4. **Μονάδες 11**

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C και

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}, K_w = 10^{-14}.$$

Να γίνουν όλες οι προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος.

Απάντηση:

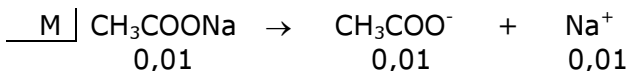


$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x^2}{0,1-x}$$

Επειδή $\frac{K_a}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-1}} < 10^{-2}$, $0,1-x \cong 0,1$

Οπότε $K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot 0,1} = \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = 10^{-3}\text{M}$,

άρα $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3$



	M	CH ₃ COO ⁻	+	H ₂ O	⇌	CH ₃ COOH	+	OH ⁻
Αρχικά		0,01						
Αντ./Παρ.		-y				y		y
Ιοντ.Ι.		0,01-y				y		y

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

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{y^2}{0,01-y}$$

Επειδή $\frac{K_b}{C} = \frac{10^{-9}}{10^{-2}} < 10^{-2}$, $0,01 - y \cong 0,01$,

Οπότε $K_b = \frac{y^2}{0,01} \Rightarrow y = \sqrt{K_b \cdot 0,01} = \sqrt{10^{-9} \cdot 10^{-2}} = 10^{-5,5} \text{ M}$

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

$$\text{pH} = \text{p}K_w - \text{pOH} = 14 - 5,5 = 8,5$$

β. Με την ανάμιξη των διαλυμάτων Δ₁ και Δ₂ αλλάζουν οι συγκεντρώσεις τους και το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό.

$$\text{C}_2\text{CH}_3\text{COOH}: \text{C}_1V_1 = \text{C}_2V_2 \Rightarrow 0,1V_1 = \text{C}_2 \cdot 2V_1 \Rightarrow \text{C}_2 = 0,05\text{M}$$

$$\text{C}_2'\text{CH}_3\text{COONa}: \text{Ομοίως, } 0,01V_1 = \text{C}_2' \cdot 2V_1 \Rightarrow \text{C}_2' = 0,005\text{M}$$

Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson - Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-5} + \log \frac{0,005}{0,05}$$

$$\text{pH} = 5 + \log 0,1 = 5 - 1 = 4.$$

γ. Με την ανάμιξη των διαλυμάτων Δ₁ και NaOH πραγματοποιείται η εξής αντίδραση: CH₃COOH + NaOH → CH₃COONa + H₂O

Επειδή οι ποσότητες του CH₃COOH και του NaOH είναι άγνωστες, πρέπει με βάση την τιμή pH=4 του διαλύματος που προκύπτει να διερευνήσουμε αν πραγματοποιείται πλήρης εξουδετέρωση ή μήπως υπάρχει περίσσεια κάποιου από τα αντιδρώντα.

i) Έστω ότι οι ποσότητες αντιδρούν πλήρως. Στο τελικό διάλυμα θα υπάρχει μόνο το άλας CH₃COONa, το οποίο έχει βασικό χαρακτήρα pH > 7. Η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

ii) Έστω ότι το NaOH βρίσκεται σε περίσσεια. Στο τελικό διάλυμα περιέχονται το άλας CH₃COONa και το NaOH που περίσσεψε. Το διάλυμα αυτό έχει βασικό χαρακτήρα pH > 7. Άρα και η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

iii) Έστω ότι το CH₃COOH βρίσκεται σε περίσσεια. Αυτή είναι η μόνη περίπτωση ώστε το διάλυμα που προκύπτει να έχει pH = 4.

mol	CH ₃ COOH	+	NaOH	→	CH ₃ COONa	+	H ₂ O
Αρχ.	0,1 V ₁		0,2 V ₂				
Αντ./Παρ.	-0,2 V ₂		-0,2 V ₂		0,2V ₂		
Τελ.	0,1 V ₁ -0,2 V ₂		-		0,2V ₂		

Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό.

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{V_1 + V_2}$$

$$C_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,2V_2}{V_1 + V_2}$$

Σύμφωνα με την εξίσωση Henderson - Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\alpha\xi}}$$

$$4 = -\log 10^{-5} + \log \frac{\frac{0,2V_2}{V_1 + V_2}}{\frac{0,1V_1 - 0,2V_2}{V_1 + V_2}}$$

$$\Rightarrow 4 = 5 + \log \frac{0,2V_2}{0,1V_1 - 0,2V_2}$$

$$\Rightarrow -1 = \log \frac{0,2V_2}{0,1V_1 - 0,2V_2}$$

$$\Rightarrow \frac{0,2V_2}{0,1V_1 - 0,2V_2} = 0,1 \Rightarrow 0,2V_2 = 0,01V_1 - 0,02V_2$$

$$\Rightarrow 0,22V_2 = 0,01V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{0,22}{0,01}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{22}{1}$$