

**ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΤΑΞΗΣ**  
**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2003**

**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

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.** Με προσθήκη νερού **δεν** μεταβάλλεται το pH υδατικού διαλύματος:

- α. CH<sub>3</sub>COOH
- β. NH<sub>4</sub>Cl
- γ. NaCl
- δ. CH<sub>3</sub>COONa

Μονάδες 3

**1.2.** Ποια από τις παρακάτω ενώσεις **δεν** αντιδρά με NaOH;

- α. C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH
- β. CH<sub>3</sub>COOH
- γ. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl
- δ. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH

Μονάδες 4

**1.3.** Στο ιόν  ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$  ο αριθμός των ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 3d και στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:

- α. 2
- β. 5
- γ. 3
- δ. 6

Μονάδες 4

**1.4.** Ποια από τις παρακάτω τετράδες κβαντικών αριθμών (n, l, m<sub>l</sub>, m<sub>s</sub>) **δεν** είναι επιτρεπτή για ένα ηλεκτρόνιο σε ένα άτομο ;

- α.  $\left(4, 2, 2, +\frac{1}{2}\right)$
- β.  $\left(4, 1, 0, -\frac{1}{2}\right)$
- γ.  $\left(4, 2, 3, +\frac{1}{2}\right)$
- δ.  $\left(4, 3, 2, -\frac{1}{2}\right)$

Μονάδες 4

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

- α. Τα καρβοξυλικά οξέα διασπούν τα ανθρακικά άλατα.
- β. Στην αντίδραση  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$  το Br ανάγεται.
- γ. Ο κβαντικός αριθμός του spin (m<sub>s</sub>) συμμετέχει στη διαμόρφωση της τιμής της ενέργειας του ηλεκτρονίου.
- δ. Για το άτομο του οξυγόνου ( ${}_8\text{O}$ ), στη θεμελιώδη κατάσταση, η κατανομή των ηλεκτρονίων είναι:  $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$ .
- ε. Στοιχεία μετάπτωσης είναι τα στοιχεία που καταλαμβάνουν τον τομέα d του περιοδικού πίνακα.

Μονάδες 10

## ΘΕΜΑ 2°

2.1. Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού:

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}, \quad K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5} \quad \text{και} \quad K_w = 10^{-14}$$

α. Να προβλέψετε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία:



Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

β. Να προβλέψετε αν υδατικό διάλυμα του άλατος  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, γράφοντας τις αντιδράσεις των ιόντων του άλατος με το νερό.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

2.2. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Ενέργειες ιοντισμού (MJ/mol)	
$\text{Li}_{(\text{g})} \longrightarrow \text{Li}^+_{(\text{g})} + \text{e}^-$	$E_{i1} = 0,52$
$\text{Li}^+_{(\text{g})} \longrightarrow \text{Li}^{2+}_{(\text{g})} + \text{e}^-$	$E_{i2} = 7,30$
$\text{Li}^{2+}_{(\text{g})} \longrightarrow \text{Li}^{3+}_{(\text{g})} + \text{e}^-$	$E_{i3} = 11,81$

α. Να εξηγήσετε γιατί ισχύει η διάταξη  $E_{i1} < E_{i2} < E_{i3}$  για τις ενέργειες ιοντισμού.

Μονάδες 6

β. Να εξηγήσετε γιατί η ενέργεια πρώτου ιοντισμού του  ${}_3\text{Li}$  είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του  ${}_{11}\text{Na}$ .

Μονάδες 6

**ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗ:** Διευκρινίζεται ότι στο **ΘΕΜΑ 2**, ερώτημα 2.1. οι σταθερές και τα διαλύματα αναφέρονται στους 25 °C.

## ΘΕΜΑ 4ο

Διαθέτουμε διάλυμα  $\Delta_1$  που περιέχει  $\text{HCOOH}$  συγκέντρωσης  $c$  M. Ογκομετρούνται 50 mL του διαλύματος  $\Delta_1$  με πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  συγκέντρωσης 1M. Για την πλήρη εξουδετέρωση του  $\text{HCOOH}$  απαιτούνται 100 mL διαλύματος  $\text{NaOH}$ , οπότε προκύπτει τελικό διάλυμα  $\Delta_2$  όγκου 150 mL.

- α. Στο διάλυμα  $\Delta_1$  να υπολογίσετε τη συγκέντρωση  $c$  M του  $\text{HCOOH}$  και το βαθμό ιοντισμού του.

Μονάδες 9

- β. Τα 150 mL του διαλύματος  $\Delta_2$  αραιώνονται με νερό μέχρι όγκου 500 mL, οπότε προκύπτει διάλυμα  $\Delta_3$ . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος  $\Delta_3$ .

Μονάδες 8

- γ. Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  συγκέντρωσης 0,5M οξεισιμένου με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , που μπορεί να αποχρωματισθεί από 200 mL του αρχικού διαλύματος  $\Delta_1$ ;

Μονάδες 8

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι υδατικά, στους  $25^\circ\text{C}$  και  $K_{a(\text{HCOOH})} = 2 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_w = 10^{-14}$ .

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

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ 1ο

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

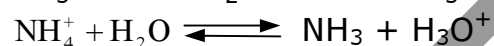
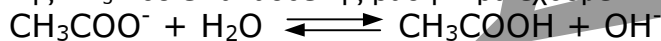
### ΘΕΜΑ 2ο

2.1.

- α. Προς τα δεξιά. Σελ. 112 Σχολικού βιβλίου  
β. Ουδέτερο



Και τα δύο ιόντα που προκύπτουν από τη διάσπαση του άλατος αντιδρούν με το νερό. Το  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  είναι συζυγής βάση του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  που είναι ασθενές οξύ και το  $\text{NH}_4^+$  είναι συζυγές οξύ της  $\text{NH}_3$  που είναι ασθενής βάση. Άρα έχουμε:



$$\text{Για το } \text{CH}_3\text{COO}^- : K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

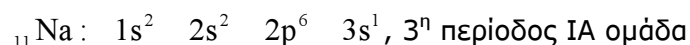
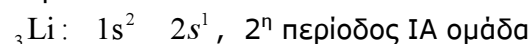
$$\text{Για το } \text{NH}_4^+ : K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Εφόσον το  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  και το  $\text{NH}_4^+$  έχουν την ίδια ισχύ,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$  άρα το διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  είναι ουδέτερο.

2.2.α Κατά τον πρώτο ιοντισμό απομακρύνεται το ηλεκτρόνιο από το τροχιακό 2s του ατόμου του Li, ενώ στο δεύτερο ιοντισμό αποσπάται ηλεκτρόνιο από το θετικό ιόν  $\text{Li}^+$ . Επειδή η ελκτική δύναμη του ιόντος στο ηλεκτρόνιο είναι ισχυρότερη απ' ό,τι στο ουδέτερο άτομο απαιτείται μεγαλύτερη ενέργεια για την απόσπαση του δεύτερου ηλεκτρονίου, οπότε είναι  $E_{i2} > E_{i1}$ .

Το  $\text{Li}^+$  έχει δομή ευγενούς αερίου (He), η οποία είναι ιδιαίτερα σταθερή. Γι' αυτό η απόσπαση ηλεκτρονίου από το ιόν  $\text{Li}^+$ , στο δεύτερο στάδιο ιοντισμού, απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερη ενέργεια. Έτσι  $E_{i3} > E_{i2}$ .

2.2.β Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων, προσδιορίζουμε τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα



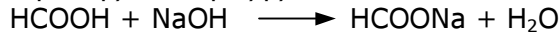
Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω στον περιοδικό πίνακα.

### ΘΕΜΑ 4ο

α. Τα mol του NaOH είναι:  $n_1 = C_1 \cdot V_1 = 1 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ mol}$

Τα mol του HCOOH είναι:  $n_2 = C_2 \cdot V_2 = C_2 \cdot 0,05 \text{ mol}$

Η αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι η εξής:



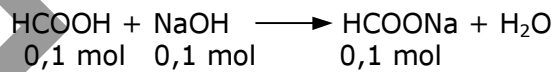
Το HCOOH και το NaOH αντιδρούν με αναλογία mol 1:1, άρα

$$n_1 = n_2 \Rightarrow 0,1 = C_2 \cdot 0,05 \Rightarrow C_2 = \frac{0,1}{0,05} = 2\text{M}$$

Από το νόμο αραιώσης του Ostwald έχουμε:

$$a = \sqrt{\frac{K_a}{C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{2}} = \sqrt{10^{-4}} = 10^{-2}$$

β. Στο διάλυμα Δ<sub>2</sub> έχουμε μόνο το HCOONa, του οποίου τα mol υπολογίζονται από την αντίδραση εξουδετέρωσης:



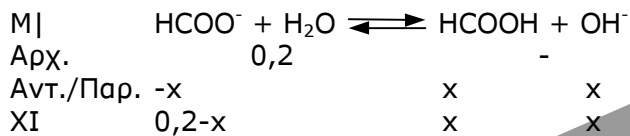
Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του HCOONa μετά την αραιώση:

$$C_3 = \frac{n_3}{V_3} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2\text{M}$$



Το Na<sup>+</sup> δεν αντιδρά με το H<sub>2</sub>O γιατί το NaOH είναι ισχυρή βάση.

Το HCOO<sup>-</sup> είναι συζυγής βάση του HCOOH, το οποίο είναι ασθενές οξύ, οπότε αντιδρά με το H<sub>2</sub>O σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Υπολογίζουμε την K<sub>b</sub> του HCOO<sup>-</sup>

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 10^{-11}$$

$$K_b = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{x^2}{0,2} \Rightarrow x^2 = K_b \cdot 0,2 \Rightarrow$$

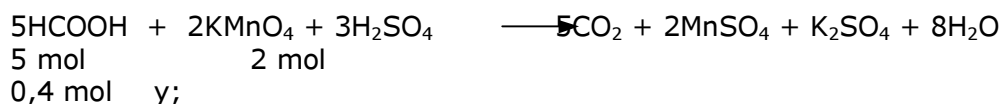
$$\Rightarrow x = \sqrt{5 \cdot 10^{-11} \cdot 0,2} = 10^{-5,5} \text{ M}$$

Άρα [OH<sup>-</sup>] = x = 10<sup>-5,5</sup> M οπότε:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5,5}} = 10^{-8,5} \text{ M}$$

και pH = -log[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = -log10<sup>-8,5</sup> = 8,5

γ.  $n_{\text{HCOOH}} = C_2 \cdot V_4 = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ mol}$



$$y = \frac{2 \cdot 0,4}{5} = \frac{0,8}{5} = 0,16 \text{ mol KMnO}_4$$

Άρα ο όγκος του διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V = \frac{n}{C} = \frac{0,16}{0,5} = 0,32 \text{ L}$$

