

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΤΑΞΗΣ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ 2003

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

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.** CH₃COOH
- β.** NH₄Cl
- γ.** NaCl
- δ.** CH₃COONa

Μονάδες 3

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

- α.** C₆H₅OH
- β.** CH₃COOH
- γ.** CH₃CH₂Cl
- δ.** CH₃CH₂OH

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_l, m_s) **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_s) 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:

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

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

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 Δ_1 που περιέχει HCOOH συγκέντρωσης c M. Ογκομετρούνται 50 mL του διαλύματος Δ_1 με πρότυπο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 1M. Για την πλήρη εξουδετέρωση του HCOOH απαιτούνται 100 mL διαλύματος NaOH , οπότε προκύπτει τελικό διάλυμα Δ_2 όγκου 150 mL.

- α. Στο διάλυμα Δ_1 να υπολογίσετε τη συγκέντρωση c M του HCOOH και το βαθμό ιοντισμού του.

Μονάδες 9

- β. Τα 150 mL του διαλύματος Δ_2 αραιώνονται με νερό μέχρι όγκου 500 mL, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_3 . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_3 .

Μονάδες 8

- γ. Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος KMnO_4 συγκέντρωσης 0,5M οξεισιμένου με H_2SO_4 , που μπορεί να αποχρωματισθεί από 200 mL του αρχικού διαλύματος Δ_1 ;

Μονάδες 8

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι υδατικά, στους 25°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

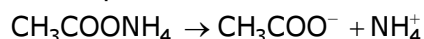
ΘΕΜΑ 1ο

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

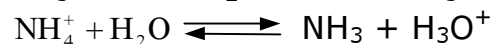
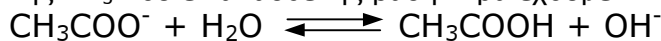
ΘΕΜΑ 2ο

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 CH_3COO^- είναι συζυγής βάση του CH_3COOH που είναι ασθενές οξύ και το NH_4^+ είναι συζυγές οξύ της NH_3 που είναι ασθενής βάση. Άρα έχουμε:



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

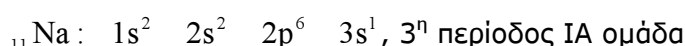
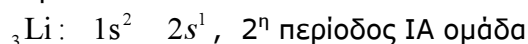
$$\text{Για το } \text{NH}_4^+ : K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Εφόσον το CH_3COO^- και το 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 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 Li^+ έχει δομή ευγενούς αερίου (He), η οποία είναι ιδιαίτερα σταθερή. Γι' αυτό η απόσπαση ηλεκτρονίου από το ιόν 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



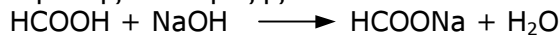
Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω στον περιοδικό πίνακα.

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:



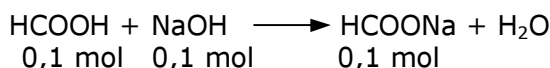
Το HCOOH και το NaOH αντιδρούν με αναλογία mol 1:1, άρα

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

Από το νόμο αραιώσης του Ostwald έχουμε:

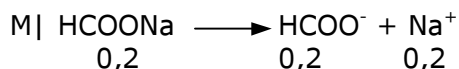
$$a = \sqrt{\frac{K_a}{C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{2}} = \sqrt{10^{-4}} = 10^{-2}$$

β. Στο διάλυμα Δ₂ έχουμε μόνο το HCOONa, του οποίου τα mol υπολογίζονται από την αντίδραση εξουδετέρωσης:



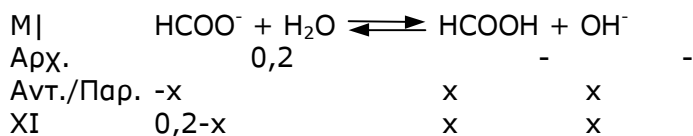
Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του HCOONa μετά την αραιώση:

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



Το Na⁺ δεν αντιδρά με το H₂O γιατί το NaOH είναι ισχυρή βάση.

Το HCOO⁻ είναι συζυγής βάση του HCOOH, το οποίο είναι ασθενές οξύ, οπότε αντιδρά με το H₂O σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Υπολογίζουμε την K_b του HCOO⁻

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

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

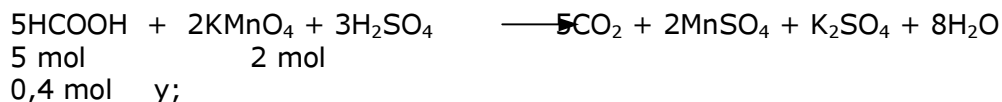
$$\Rightarrow x = \sqrt{5 \cdot 10^{-11} \cdot 0,2} = 10^{-5,5} \text{ M}$$

Άρα [OH⁻] = x = 10^{-5,5} 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[H₃O⁺] = -log10^{-8,5} = 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 KMnO_4 υπολογίζεται από τη σχέση:

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