

Σάββατο, 07 Ιουνίου 2003  
ΘΕΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ  
ΧΗΜΕΙΑ

## ΘΕΜΑ 1

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.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- β.  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- γ.  $\text{NaCl}$
- δ.  $\text{CH}_3\text{COONa}$

Μονάδες 3

Απάντηση: γ

1.2. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις δεν αντιδρά με  $\text{NaOH}$ ;

- α.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- β.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- γ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
- δ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Μονάδες 4

Απάντηση: δ

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

Απάντηση: δ

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

Μονάδες 4

Απάντηση: γ

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 (sO), 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

Απάντηση

- α. – Σωστό  
 β. – Σωστό  
 γ. – Λάθος  
 δ. – Λάθος  
 ε. – Σωστό

## 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:  
 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{NH}_3_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{NH}_4^+_{(\text{aq})}$

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

## Απάντηση

Τα οξέα κατά Brønsted – Lowry που συμμετέχουν στην ισορροπία είναι το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και το  $\text{NH}_4^+$ . Η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς την κατεύθυνση που ευνοείται ο σχηματισμός του ασθενέστερου οξέος και της ασθενέστερης βάσης.

$$\left. \begin{aligned} K_{\alpha(\text{CH}_3\text{COOH})} &= 10^{-5} \\ K_{\alpha(\text{NH}_4^+)} &= \frac{K_w}{K_{\text{b}(\text{NH}_3)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_{\alpha(\text{CH}_3\text{COOH})} > K_{\alpha(\text{NH}_4^+)}$$

Άρα η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς την κατεύθυνση που ευνοείται ο σχηματισμός του  $\text{NH}_4^+$ , δηλαδή προς τα δεξιά.

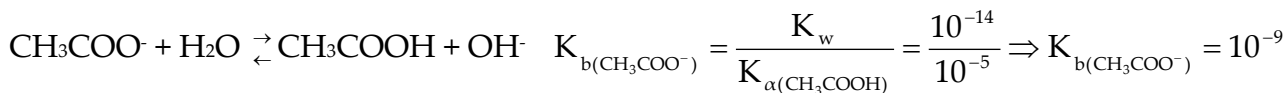
- β. Να προβλέψετε αν υδατικό διάλυμα του άλατος  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, γράφοντας τις αντιδράσεις των ιόντων του άλατος με το νερό.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

## Απάντηση



Επειδή  $K_{\text{b}(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = K_{\alpha(\text{NH}_4^+)} \Rightarrow [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ , συνεπώς το διάλυμα είναι **ουδέτερο**.

2.2. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

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

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

Μονάδες 6

### Απάντηση

Η απόσπαση ηλεκτρονίου από ουδέτερο άτομο γίνεται πιο εύκολα απ' ό,τι από το φορτισμένο ιόν (κατιόν). Άρα  $E_{i1} < E_{i2}$ . Η απόσπαση ηλεκτρονίου γίνεται δυσκολότερη όσο αυξάνεται το φορτίο του ιόντος (κατιόντος). Άρα  $E_{i2} < E_{i3}$  και συνολικά  $E_{i1} < E_{i2} < E_{i3}$ .

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

### Απάντηση

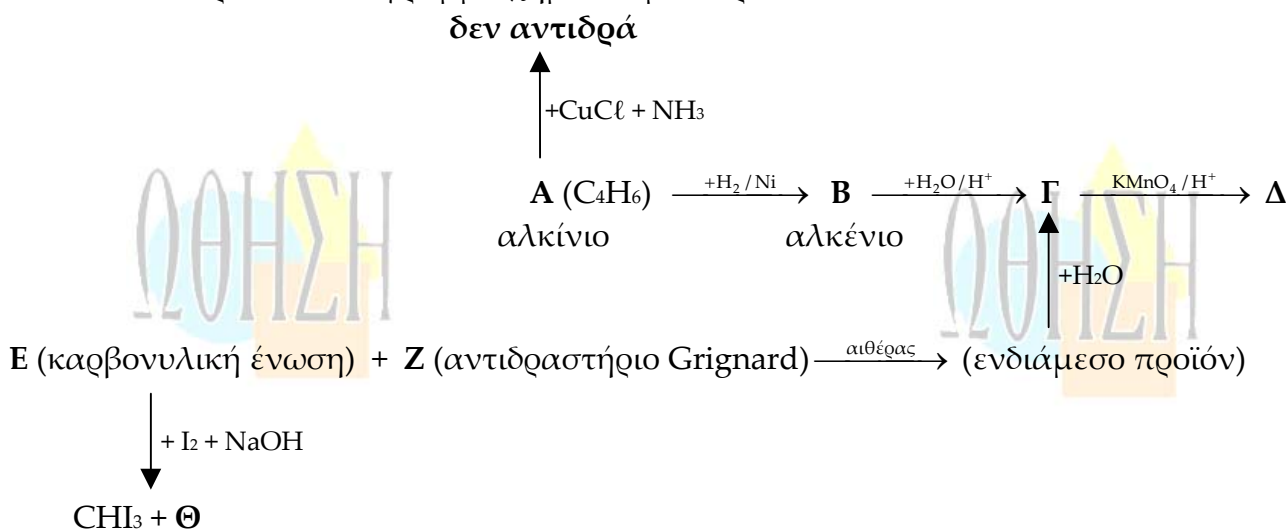
${}^3\text{Li}$ :  $1s^2 2s^1 \Rightarrow$  2<sup>η</sup> περίοδος, 1<sup>η</sup> ομάδα (IA)

${}^{11}\text{Na}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \Rightarrow$  3<sup>η</sup> περίοδος, 1<sup>η</sup> ομάδα (IA)

Παρατηρούμε ότι τα στοιχεία  ${}^3\text{Li}$ ,  ${}^{11}\text{Na}$  ανήκουν στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{i1}$ ) σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα, αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω. Άρα  $E_{i1(\text{Li})} > E_{i1(\text{Na})}$ .

## ΘΕΜΑ 3

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:



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

Μονάδες 14

## Απάντηση

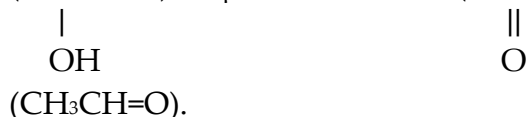
- A:**  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$  (2-βουτίνιο)  
**B:**  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  (2-βουτένιο)  
**Γ:**  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3$  (2-βουτανόλη)  
 $\quad\quad\quad |$   
 $\quad\quad\quad \text{OH}$   
**Δ:**  $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3$  (βουτανόνη)  
 $\quad\quad\quad ||$   
 $\quad\quad\quad \text{O}$   
**E:**  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$  (αιθανάλη)  
**Z:**  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgX}$  (αιθυλομαγνησιοαλογονίδιο)  
**Θ:**  $\text{HCOONa}$  (μεθανικό νάτριο)

- β. Ποιες από τις ενώσεις του διαγράμματος, εκτός από την **E**, δίνουν επίσης την αλογονοφορμική αντίδραση;

Μονάδες 4

## Απάντηση

Την αλογονοφορμική αντίδραση παρέχουν οι δευτεροταγείς μεθυλαλκοόλες ( $\text{R}-\text{CH}(\text{CH}_3)$ ), οι μεθυλοκετόνες ( $\text{R}-\text{C}-\text{CH}_3$ ), η αιθανόλη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) και η αιθανάλη



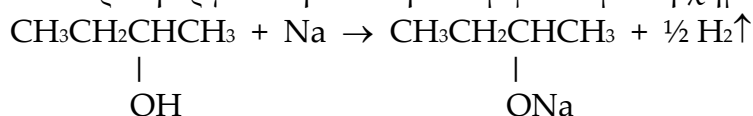
Συνεπώς εκτός από την ένωση **E**, την αλογονοφορμική αντίδραση παρέχουν οι ενώσεις **Γ** και **Δ**.

- γ. Ποια από τις οργανικές ενώσεις του διαγράμματος αντιδρά με  $\text{Na}$  και ποια ανάγει το αντιδραστήριο Fehling (φελίγγειο υγρό); Να γραφούν οι αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.

Μονάδες 7

## Απάντηση

Με  $\text{Na}$  αντιδρά η οργανική ένωση **Γ** σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Το αντιδραστήριο Fehling ανάγει η οργανική ένωση Ε, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



## ΘΕΜΑ 4

Διαθέτουμε διάλυμα Δ<sub>1</sub> που περιέχει HCOOH συγκέντρωσης C M. Ογκομετρούνται 50 mL του διαλύματος Δ<sub>1</sub> με πρότυπο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 1M. Για την πλήρη εξουδετέρωση του HCOOH απαιτούνται 100 mL διαλύματος NaOH, οπότε προκύπτει τελικό διάλυμα Δ<sub>2</sub> όγκου 150 mL.

α. Στο διάλυμα Δ<sub>1</sub> να υπολογίσετε τη συγκέντρωση C M του HCOOH και το βαθμό ιοντισμού του.

**Μονάδες 9**

β. Τα 150 mL του διαλύματος Δ<sub>2</sub> αραιώνονται με νερό μέχρι όγκου 500 mL, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ<sub>3</sub>. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ<sub>3</sub>.

**Μονάδες 8**

γ. Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος KMnO<sub>4</sub> συγκέντρωσης 0,5M οξινισμένου με H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, που μπορεί να αποχρωματισθεί από 200 mL του αρχικού διαλύματος Δ<sub>1</sub>;

**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.

## Λύση



Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, για την πλήρη εξουδετέρωση ισχύει:

$$n_{\text{HCOOH}} = n_{\text{NaOH}} \Rightarrow C_{\text{HCOOH}} \cdot V_{\delta/\text{τος}(\text{HCOOH})} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\delta/\text{τος}(\text{NaOH})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{\text{HCOOH}} \cdot 0,05 = 1 \cdot 0,1 \Rightarrow C_{\text{HCOOH}} = 2\text{M}$$

Διάλυμα Δ<sub>1</sub>

(M)	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	C	-	-
ιοντίζονται	x	-	-
παράγονται	-	x	x
I.I.	C-x	x	x

$$K_a = \frac{x^2}{C-x} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C} = \sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 2} \Rightarrow x = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\alpha = \frac{x}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2} \Rightarrow \alpha = 10^{-2}$$

**Σημείωση:** Επειδή το HCOOH είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό του βαθμού ιοντισμού ( $\alpha$ ), το νόμο αραιώσης του Ostwald:

$$K_a = \alpha^2 C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{2}} \Rightarrow \alpha = 10^{-2}$$

**β.** Υπολογίζουμε τα mol των σωμάτων πριν την αντίδραση:

$$n_{\text{HCOOH}} = C_{\text{HCOOH}} \cdot V_{\delta/\text{το}\zeta(\text{HCOOH})} = 2 \cdot 0,05 \Rightarrow n_{\text{HCOOH}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\delta/\text{το}\zeta(\text{NaOH})} = 1 \cdot 0,1 \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol}$$

(M)	HCOOH + NaOH → HCOONa + H <sub>2</sub> O		
αρχικά	0,1	0,1	-
αντιδρούν	0,1	0,1	-
παράγονται	-	-	0,1
τελικά	-	-	0,1

Διάλυμα Δ<sub>3</sub>

Κατά την αραιώση του διαλύματος Δ<sub>2</sub> τα mol του HCOONa παραμένουν σταθερά.

$$C_{\text{HCOONa}} = \frac{n_{\text{HCOONa}}}{V_{\Delta_3}} = \frac{0,1}{0,5} \Rightarrow C_{\text{HCOONa}} = 0,2 \text{ M}$$

(M)	HCOONa → HCOO <sup>-</sup> + Na <sup>+</sup>		
	<del>0,2</del>	0,2	0,2

Το ιόν Na<sup>+</sup> προέρχεται από ισχυρή βάση, άρα δεν αντιδρά με το H<sub>2</sub>O.

(M)	HCOO <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O ⇌ HCOOH + OH <sup>-</sup>		
αρχικά	0,2	-	-
ιοντίζονται	ψ	-	-
παράγονται	-	ψ	ψ
I.I.	0,2-ψ	ψ	ψ

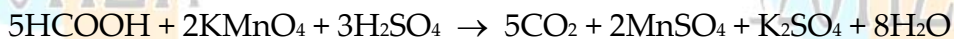
$$K_{b(\text{HCOO}^-)} = \frac{K_w}{K_{a(\text{HCOOH})}} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow K_{b(\text{HCOO}^-)} = 5 \cdot 10^{-11}$$

$$K_{b(\text{HCOO}^-)} = \frac{\psi^2}{0,2 - \psi} \Rightarrow K_b = \frac{\psi^2}{0,2} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-11} = \frac{\psi^2}{0,2} \Rightarrow \psi = 10^{-5,5} \text{ M} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \text{ M} \Rightarrow \text{pOH} = 5,5 \Rightarrow \text{pH} = 8,5$$

γ. Στα 200mL του διαλύματος Δ1, έχουμε:

$$n_{\text{HCOOH}} = C_{\text{HCOOH}} \cdot V_{\delta/\text{τος}(\text{HCOOH})} = 2 \cdot 0,2 \Rightarrow n_{\text{HCOOH}} = 0,4 \text{ mol}$$



Τα 5mol HCOOH αντιδρούν με 2mol KMnO<sub>4</sub>

Τα 0,4mol HCOOH αντιδρούν με ω ;

$$\omega = 0,16 \text{ mol KMnO}_4$$

$$n_{\text{KMnO}_4} = C_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\delta/\text{τος}(\text{KMnO}_4)} \Rightarrow V = \frac{n}{C} = \frac{0,16}{0,5} \Rightarrow V_{\delta/\text{τος}(\text{KMnO}_4)} = 0,32 \text{ L} \Rightarrow V_{\delta/\text{τος}(\text{KMnO}_4)} = 320 \text{ mL}$$

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα φετινά θέματα είναι σαφώς διατυπωμένα και καλύπτουν όλο το φάσμα της ύλης. Απαιτούν καλή γνώση της θεωρίας, ενώ οι ασκήσεις δεν εμφανίζουν ιδιαίτερα προβλήματα στην αντιμετώπισή τους.