

## ΧΗΜΕΙΑ

### ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

#### ΘΕΜΑΤΑ

##### ΘΕΜΑ Α

Για τις ερωτήσεις Α1 έως και Α5 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

- A1.** Ο συμβολισμός  $p_x$  καθορίζει τις τιμές
- του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού
  - του μαγνητικού κβαντικού αριθμού
  - του αζιμουθιακού και του μαγνητικού κβαντικού αριθμού
  - του κύριου και του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού. **Μονάδες 5**
- A2.** Ποια από τις παρακάτω τετράδες κβαντικών αριθμών δεν είναι επιτρεπτή;
- $n = 3, \ell = 2, m_\ell = -2, m_s = +\frac{1}{2}$
  - $n = 4, \ell = 4, m_\ell = -4, m_s = +\frac{1}{2}$
  - $n = 2, \ell = 0, m_\ell = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
  - $n = 2, \ell = 1, m_\ell = -1, m_s = -\frac{1}{2}$  **Μονάδες 5**
- A3.** Το pH διαλύματος ασθενούς οξέος ΗΑ συγκέντρωσης  $10^{-3}\text{M}$  σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$  μπορεί να είναι
- 2
  - 3
  - 4
  - 8 **Μονάδες 5**
- A4.** Στο προπένιο  $\text{CH}_2 = \overset{1}{\text{C}}\text{H} - \overset{2}{\text{C}}\text{H} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3$  τα άτομα του άνθρακα 1, 2, 3 έχουν υβριδικά τροχιακά, αντίστοιχα
- $sp^2, sp^2, sp^3$
  - $sp, sp^2, sp^3$
  - $sp^3, sp^2, sp^2$
  - $sp^2, sp, sp^3$  **Μονάδες 5**
- A5.** Ποια από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε ένα άτομο φθορίου (F) σε διεγερμένη κατάσταση;
- $1s^2 2s^2 2p^5$
  - $1s^2 2s^1 2p^6$
  - $1s^2 2s^2 2p^6$
  - $1s^1 2s^1 2p^7$  **Μονάδες 5**

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** 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. Η προσθήκη υδατικού διαλύματος ισχυρής βάσης σε υδατικό διάλυμα NaF προκαλεί σε κάθε περίπτωση αύξηση του pH.

β. Μπορούμε να διακρίνουμε τα ισομερή βουτίνια (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) με διάλυμα CuCl/NH<sub>3</sub>.

γ. Υδατικό διάλυμα που περιέχει CH<sub>3</sub>COOH συγκέντρωσης 0,1 M, CH<sub>3</sub>COONa συγκέντρωσης 0,1 M και NaCl συγκέντρωσης 0,1 M είναι ρυθμιστικό διάλυμα.

δ. Όλα τα ευγενή αέρια έχουν ηλεκτρονιακή δομή εξωτερικής στιβάδας ns<sup>2</sup>np<sup>6</sup>.

ε. Η CH<sub>3</sub>OH δίνει αντίδραση ιοντισμού στο νερό. (μονάδες 5)

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 10)

**Μονάδες 15**

**B2.** Δίνονται τα στοιχεία <sub>7</sub>X, <sub>12</sub>Ψ, <sub>8</sub>O, <sub>1</sub>H.

α. Να βρείτε τη θέση των στοιχείων X και Ψ στον περιοδικό πίνακα, δηλαδή την ομάδα και την περίοδο. (μονάδες 4)

β. Ποιο από τα στοιχεία X και Ψ έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

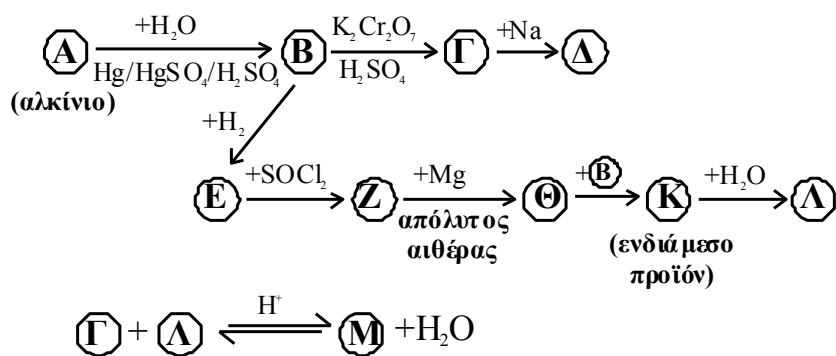
(μονάδες 2)

γ. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των ενώσεων HXO<sub>3</sub> και ΨO. (μονάδες 4)

**Μονάδες 10**

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.** Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών διεργασιών.



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των δέκα ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ και Μ. **Μονάδες 10**

**Γ2.** Ποσότητα βουτενίου Α με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα αντιδρά πλήρως με H<sub>2</sub>O παρουσία H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, οπότε παράγονται οι ισομερείς ενώσεις Β (κύριο προϊόν) και Γ. Το μίγμα των Β και Γ απομονώνεται και χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη.

- Το 1<sup>ο</sup> μέρος αντιδρά με περίσσεια μεταλλικού Na, οπότε παράγονται 1,12 L αερίου σε πρότυπες συνθήκες (STP).
  - Στο 2<sup>ο</sup> μέρος προσθέτουμε περίσσεια διαλύματος I<sub>2</sub>/NaOH, οπότε καταβυθίζονται 0,08 mol ιωδοφορμίου.
  - Το 3<sup>ο</sup> μέρος οξειδώνεται πλήρως με διάλυμα KMnO<sub>4</sub> συγκέντρωσης 0,1 M παρουσία H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ. (μονάδες 3)  
 β. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος KMnO<sub>4</sub> που θα αποχρωματιστεί από το 3<sup>ο</sup> μέρος του διαλύματος. (μονάδες 12)  
**Μονάδες 15**

**ΘΕΜΑ Δ**

Δίνονται τα διαλύματα:

- Y1: HCOOH 0,1M  $K_{a(\text{HCOOH})} = 10^{-4}$
- Y2: CH<sub>3</sub>COOH 1M  $K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})} = 10^{-5}$
- Y3: NaOH 0,1M

- Δ1. Πόσα mL διαλύματος Y3 πρέπει να προσθέσουμε σε 1 L διαλύματος Y1, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH=4; **Μονάδες 7**
- Δ2. Αναμειγνύονται 500 mL του διαλύματος Y1 με 500 mL του διαλύματος Y2, οπότε προκύπτει διάλυμα Y4. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Y4. **Μονάδες 9**
- Δ3. Στο διάλυμα Y4 προστίθεται περίσσεια Mg. Να υπολογίσετε τον όγκο του εκλυόμενου αερίου σε πρότυπες συνθήκες (STP). **Μονάδες 6**
- Δ4. Είναι δυνατός ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης διαλύματος HCOOH με ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα KMnO<sub>4</sub> παρουσία H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; (μονάδες 2)  
 Απαιτείται δείκτης σε αυτή την περίπτωση; (μονάδα 1)  
**Μονάδες 3**

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία θ=25°C.
- $K_w = 10^{-14}$
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ****ΘΕΜΑ Α**

A1. γ A2. β A3. γ A4. α A5. β

**ΘΕΜΑ Β**

- B1. α. Λ γιατί με την προσθήκη διαλύματος ισχυρής βάσης, στο τελικό διάλυμα αλλάζουν οι αρχικές συγκεντρώσεις, οπότε δεν είναι σίγουρο ότι το τελικό διάλυμα θα έχει μεγαλύτερο pH από το αρχικό.
- β. Σ αφού το 1 βουτίνιο αντιδρά με διάλυμα CuCl/NH<sub>3</sub> και σχηματίζει κεραμέρυθο ίζημα CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>C≡CCu↓, ενώ το 2 βουτίνιο όχι.

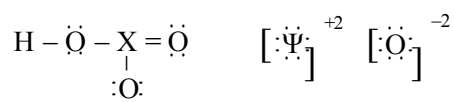
- γ. Σ αφού στο διάλυμα περιέχονται το ασθενές οξύ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και η συζυγής του βάση  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , που προκύπτει από τη διάσταση του  $\text{CH}_3\text{COONa}$  σε ίσες συγκεντρώσεις και η διάσταση του  $\text{NaCl}$  δεν επηρεάζει το διάλυμα, αφού τα ιόντα  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρούν ούτε με κάποια ένωση του ρυθμιστικού, ούτε με το νερό, αφού προέρχονται από ισχυρή βάση και οξύ αντίστοιχα.
- δ. Λ γιατί το  ${}^2\text{He}$  έχει δομή  $1s^2$ .
- ε. Λ γιατί έχει  $K_a < K_w$  και έτσι δεν ιοντίζεται στο  $\text{H}_2\text{O}$  (ή, πιο σωστά, ιοντίζεται ελάχιστα), γι' αυτό και το υδατικό της διάλυμα είναι ουδέτερο.

**B2. α.**  ${}_7\text{X} : 1s^2 2s^2 2p^3 : 2^{\text{η}}$  περίοδος –  $15^{\text{η}}$  ομάδα ( $\text{V}_A$ )

${}_{12}\text{Ψ} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 : 3^{\text{η}}$  περίοδος –  $2^{\text{η}}$  ομάδα ( $\text{II}_A$ )

- β. Το X έχει μεγαλύτερη  $E_1$ , αφού βρίσκεται πιο πάνω και δεξιά στον Π.Π., έχει δηλαδή μικρότερη ατομική ακτίνα από το Ψ και είναι ηλεκτραρνητικό, δηλαδή θέλει να προσλάβει ηλεκτρόνια, ενώ το X είναι ηλεκτροθετικό και θέλει να αποβάλλει. Έτσι χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για να αποσπάσουμε το πιο απομακρυσμένο ηλεκτρόνιο από το X, όταν αυτό βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και στην αέρια φάση.

γ.



### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Α.  $\text{CH}\equiv\text{CH}$

Β.  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$

Γ.  $\text{CH}_3\text{COOH}$

Δ.  $\text{CH}_3\text{COONa}$

Ε.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Ζ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$

Θ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgCl}$

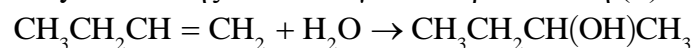
Κ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OMgCl})\text{CH}_3$

Λ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

**Γ2.** Η Α ένωση είναι το 1 βουτένιο, γιατί μόνο αυτό δίνει κύριο και δευτερεύον προϊόν.

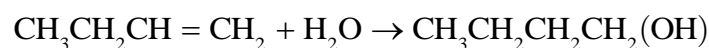
Έστω x τα mol της Α που θα γίνουν 2 βουτανόλη (Β)

και y τα mol της Α που θα γίνουν 1 βουτανόλη (Γ)



x mol

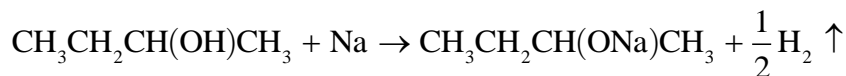
x mol



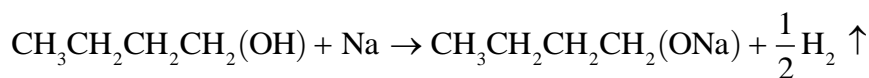
y mol

y mol

1. Σε κάθε μέρος υπάρχουν  $\frac{x}{3}$  mol (A) και  $\frac{y}{3}$  mol (B)



$$\frac{x}{3} \text{ mol} \qquad \qquad \qquad \frac{x}{6} \text{ mol}$$



$$\frac{y}{3} \text{ mol} \qquad \qquad \qquad \frac{y}{6} \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{x+y}{6} = \frac{1,12}{22,4} \text{ \acute{a}\rho\alpha \ } x+y = 0,3 \text{ mol (1)}$$

2.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2 + 4\text{I}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow$

$$\frac{x}{3} \text{ mol}$$

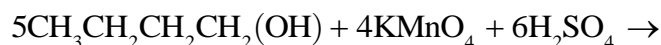


$$\frac{x}{3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{CHI}_3} = 0,08 = \frac{x}{3} \text{ \acute{a}\rho\alpha \ } x = 0,24 \text{ mol} \Rightarrow y = 0,06 \text{ mol} \quad (1)$$

3.  $5\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

$$0,08 \text{ mol} \qquad \frac{0,08 \cdot 2}{5} \text{ mol}$$



$$0,02 \text{ mol} \qquad \frac{0,024}{5} \text{ mol}$$



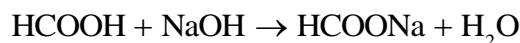
$$\text{\acute{A}\rho\alpha \ } n_{\text{KMnO}_4} = \frac{0,16 + 0,08}{5} = \frac{0,24}{5} = 0,048 \text{ mol}$$

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

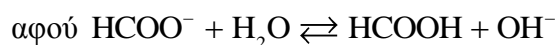
### ΘΕΜΑ Δ

Δ1.  $n_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ V mol}$

$$n_{\text{HCOOH}} = 0,1 \text{ mol}$$



$$\text{Π1: } n_{\text{NaOH}} = n_{\text{HCOOH}} \Rightarrow \text{HCOONa} \Rightarrow \text{pH}_1 > 7$$



$$\text{Π2: } n_{\text{NaOH}} > n_{\text{HCOOH}} \Rightarrow \text{HCOONa, NaOH} \Rightarrow \text{pH}_2 > \text{pH}_1$$

λόγω NaOH

$$\text{Π3: } n_{\text{NaOH}} < n_{\text{HCOOH}} \Rightarrow \text{HCOOH, HCOONa} \Rightarrow \text{pH}_3 < \text{pH}_1$$

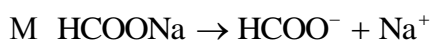
λόγω HCOOH

Αφού  $\text{pH}_{\text{τελ}} = 4 \Rightarrow$  ισχύει η Π3. Έτσι:

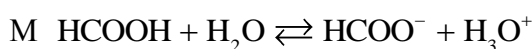
αρχ.	0,1	0,1V	-	-
αντ/παρ	0,1V	0,1V	0,1V	0,1V
τελ.	0,1 - 0,1V	-	0,1V	0,1V

$$C_{\text{HCOONa}} = \frac{0,1V}{1+V} = C_1$$

$$C_{\text{HCOOH}} = \frac{0,1 - 0,1V}{1+V} = C_2$$



$$\text{τελ. } - \quad C_1 \quad C_1$$



$$\text{I.I. } C_2 - x \quad x + C_1 \quad x$$

$$\text{pH} = 4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4}\text{M} = x$$

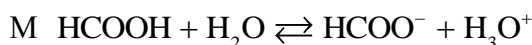
$$K_a = \frac{x(x + C_1)}{C_2 - x} \approx x \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow 10^{-4} = 10^{-4} \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow$$

$$C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{0,1V}{1+V} = \frac{0,1(1-V)}{1+V} \Rightarrow 2V = 1 \Rightarrow V \approx 0,5\text{L}$$

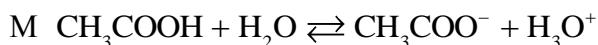
Δ2. Διάλυμα Υ4

$$C'_{\text{HCOOH}} = \frac{0,1 \cdot 0,5}{1} = 0,05\text{M}$$

$$C'_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{1 \cdot 0,5}{1} = 0,5\text{M}$$



$$\text{I.I. } 0,05-x \quad x \quad x+y$$



$$\text{I.I. } 0,05-y \quad y \quad x+y$$

$$K_{a(\text{HCOOH})} = \frac{x(x+y)}{0,05-x} \approx \frac{x(x+y)}{0,05} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x(x+y)}{0,05} \quad (1)$$

$$K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{y(x+y)}{0,5-y} \approx \frac{y(x+y)}{0,5} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{y(x+y)}{0,5} \quad (2)$$

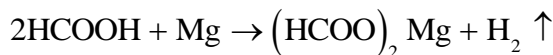
$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow 10 = \frac{x \cdot 10}{y} \Rightarrow x = y \quad (3)$$

$$(1) \stackrel{(3)}{\Rightarrow} 10^{-4} = \frac{2x^2}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow x^2 = \frac{5}{2} 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-6} = 25 \cdot 10^{-7} \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3,5} \text{ M}$$

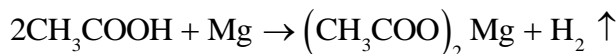
$$\text{Έτσι: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{3,5} + 5 \cdot 10^{-3,5} = 10^{-2,5} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2,5$$

$$\Delta 3. \quad n_{\text{HCOOH}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,5 \text{ mol}$$



$$\text{αντ/παρ} \quad 0,05 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 0,25 \text{ mol}$$



$$\text{αντ/παρ} \quad 0,5 \qquad \qquad \qquad 0,25$$

$$\text{Έτσι: } n_{\text{H}_2} = 0,275 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{H}_2(\text{stp})} = 6,16 \text{ L}$$

- $\Delta 4.$  i. Ναι, γιατί το HCOOH οξειδώνεται από το όξινο διάλυμα KMnO<sub>4</sub>, προς CO<sub>2</sub>, άρα μπορεί να αντιδράσει πλήρως και να υπολογιστεί η συγκέντρωσή του, με μέτρηση του όγκου του πρότυπου διαλύματος KMnO<sub>4</sub> που αντέδρασε.
- ii. Όχι, γιατί όταν το HCOOH αντιδράσει πλήρως, το KMnO<sub>4</sub> που θα συνεχίζουμε να ρίχνουμε είναι ιώδες, έτσι καταλαβαίνουμε ότι φτάσαμε στο τέλος της ογκομέτρησης (ενώ καθόλη τη διάρκεια της ογκομέτρησης που το KMnO<sub>4</sub> αντιδρά, αποχρωματίζεται).

*Επιμέλεια:*

**ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Δ. – ΧΡΥΣΑΝΘΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Ν.**