



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

### ΧΗΜΕΙΑ

Γ' Γενικού Λυκείου  
Θετικών Σπουδών

Τετάρτη 11 Απριλίου 2018 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

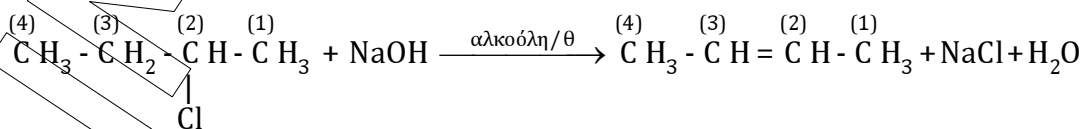
### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

#### ΘΕΜΑ Α

- A1. δ
- A2. β
- A3. β
- A4. γ
- A5. α. Λάθος  
β. Λάθος  
γ. Σωστή  
δ. Σωστή  
ε. Σωστή

#### ΘΕΜΑ Β

B1. Η χημική εξίσωση είναι:



Οι C(1) και C(4) δε μεταβάλλουν τον αριθμό οξειδωσής τους (Α.Ο = -3).

Ο C(2) ανάγεται καθώς μειώνεται ο Α.Ο. του από 0 σε -1.

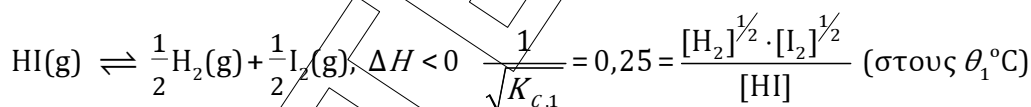
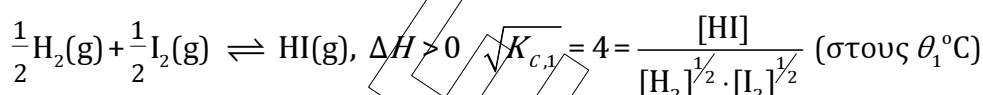
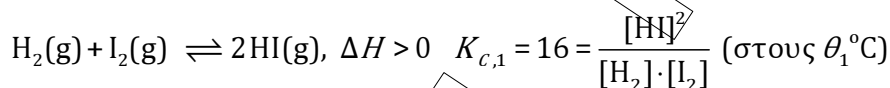
Ο C(3) οξειδώνεται καθώς αυξάνεται ο Α.Ο. του από -2 σε -1.



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

- B2 α.** Οι ηλεκτρονιακές δομές των δυο ιόντων είναι ίδιες (είναι ισοηλεκτρονιακά):  
 ${}_{16}\text{S}^{2-}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$   
 ${}_{19}\text{K}^+: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$   
Έτσι, τα δύο ιόντα έχουν το ίδιο πλήθος ηλεκτρονιακών στιβάδων (ίδιο  $n_{\text{εξ}}$ ) όμως το  ${}_{19}\text{K}^+$  έχει μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο από το  ${}_{16}\text{S}^{2-}$ .  
Επειδή λοιπόν, ο πυρήνας του  ${}_{16}\text{S}^{2-}$  έχει μικρότερο φορτίο (16p) από του  ${}_{19}\text{K}^+$  (19p), η ελκτική δύναμη του πυρήνα του  ${}_{16}\text{S}^{2-}$  στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας είναι μικρότερη από του  ${}_{19}\text{K}^+$ , οπότε το  ${}_{16}\text{S}^{2-}$  έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το  ${}_{19}\text{K}^+$ .

- β.** Ισχύουν οι παρακάτω εξισώσεις :

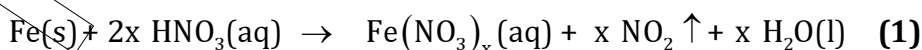


Επειδή η τελευταία αντίδραση είναι εξώθερμη ( $\Delta H < 0$ ) αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία στους  $\theta_2 > \theta_1^\circ\text{C}$ , μειώνεται η τιμή της σταθεράς ισορροπίας και ισχύει ότι:  $K_{c,2} < 0,25$ .

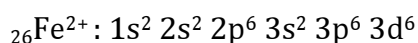
- B3.** Ο συμπληρωμένος πίνακας είναι:

| Ηλεκτρονιακή δόμηση                  | Περίοδος Π.Π.  | Τομέας Π.Π. | Ομάδα Π.Π.                          |
|--------------------------------------|----------------|-------------|-------------------------------------|
| $1s^2$                               | 1 <sup>η</sup> | s           | 18 <sup>η</sup> ή VIII <sub>A</sub> |
| $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ | 4 <sup>η</sup> | d           | 6 <sup>η</sup>                      |

- B4. α.** Η συμπληρωμένη χημική εξίσωση (1) είναι:

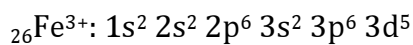


- β.** Οι ηλεκτρονιακές δομές του  ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$  και του  ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$  στη θεμελιώδη τους κατάσταση είναι:





## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης



Παρατηρούμε ότι στο ιόν  ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$  η υποστιβάδα 3d είναι ημισυμπληρωμένη (με 5 ηλεκτρόνια) και έτσι η δομή αυτή έχει μεγαλύτερη σταθερότητα σε σχέση με αυτήν του  ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$  που δεν έχει ημισυμπληρωμένη την υποστιβάδα 3d (έχει 6 ηλεκτρόνια). Άρα το ιόν  ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$  είναι σταθερότερο.

**γ1.** Η σχέση που συνδέει τις αρχικές ταχύτητες της αντίδρασης είναι η:

$$\text{IV) } U_3 > U_2 > U_1 > U_4$$

Αιτιολόγηση:

Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης επηρεάζεται από την αρχική συγκέντρωση του αντιδρώντος  $\text{HNO}_3$  και από την επιφάνεια επαφής του στερεού αντιδρώντος  $\text{Fe}$ . Συγκεκριμένα, **η αύξηση της αρχικής συγκέντρωσης του  $\text{HNO}_3$  αυξάνει την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης** γιατί αυξάνει τις αποτελεσματικές συγκρούσεις μεταξύ των αντιδρώντων. Επίσης, **με τη μείωση του μεγέθους των κόκκων του  $\text{Fe}$**  αυξάνεται η επιφάνεια επαφής του στερεού αντιδρώντος, αυξάνονται οι αποτελεσματικές συγκρούσεις μεταξύ των αντιδρώντων και **αυξάνεται η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης**.

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα για τα 4 πειράματα προκύπτει ότι:

- Στο 3<sup>ο</sup> πείραμα που έχουμε ταυτόχρονα τη μεγαλύτερη αρχική συγκέντρωση του αντιδρώντος  $\text{HNO}_3$  και το μικρότερο μέγεθος κόκκων  $\text{Fe}$ , θα έχουμε τη μεγαλύτερη αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.
- Στο 4<sup>ο</sup> πείραμα που έχουμε ταυτόχρονα τη μικρότερη αρχική συγκέντρωση του αντιδρώντος  $\text{HNO}_3$  και το μεγαλύτερο μέγεθος κόκκων  $\text{Fe}$ , θα έχουμε τη μικρότερη αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.
- Μεταξύ του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> πειράματος που έχουμε ίδιο μέγεθος κόκκων  $\text{Fe}$  τη μεγαλύτερη αρχική ταχύτητα αντίδρασης θα έχουμε στο 2<sup>ο</sup> πείραμα όπου έχουμε τη μεγαλύτερη αρχική συγκέντρωση του αντιδρώντος  $\text{HNO}_3$ .

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει τελικά για τις αρχικές ταχύτητες ότι:

$$U_3 > U_2 > U_1 > U_4$$



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

γ2. Η σχέση που συνδέει τους όγκους του  $\text{NO}_2$  που παράγονται είναι η:

$$\text{I)} \quad V_3 > V_2 = V_4 > V_1$$

Αιτιολόγηση:

Με δεδομένο ότι σε κάθε πείραμα προσθέτουμε περίσσεια σκόνης Fe, ο όγκος του παραγόμενου αερίου  $\text{NO}_2$  στις ίδιες συνθήκες (STP) εξαρτάται μόνο από τα αρχικά mol του  $\text{HNO}_3$ . Συγκεκριμένα, **όσο αυξάνονται τα αρχικά mol του  $\text{HNO}_3$  θα αυξάνεται και ο όγκος του παραγόμενου αερίου  $\text{NO}_2$  στις ίδιες συνθήκες.**

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα για τα 4 πειράματα προκύπτει ότι:

- Στο 1<sup>ο</sup> πείραμα:  $n_1 = C_1 \cdot V_1 = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ mol HNO}_3$
- Στο 2<sup>ο</sup> πείραμα:  $n_2 = C_2 \cdot V_2 = 4 \cdot 0,05 = 0,2 \text{ mol HNO}_3$
- Στο 3<sup>ο</sup> πείραμα:  $n_3 = C_3 \cdot V_3 = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ mol HNO}_3$
- Στο 4<sup>ο</sup> πείραμα:  $n_4 = C_4 \cdot V_4 = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mol HNO}_3$

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει τελικά για τους όγκους παραγόμενου αερίου  $\text{NO}_2$  στις ίδιες συνθήκες ότι:

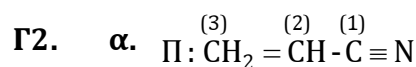
$$V_3 > V_2 = V_4 > V_1$$

### ΘΕΜΑ Γ

- Γ1. A:  $\text{CH} \equiv \text{CH}$   
B:  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{O}$   
Γ:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$   
Δ:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$   
E:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{MgCl}$   
Ζ:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$   
Θ:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COONa}$



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

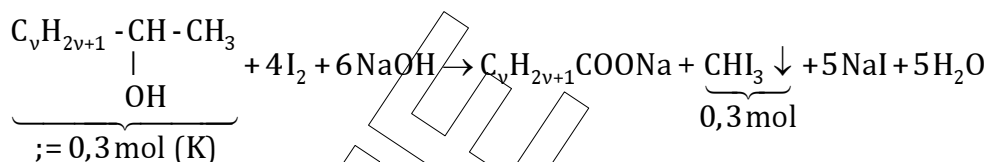


- β. Ο C (1) έχει υβριδισμό  $sp$   
Ο C (2) έχει υβριδισμό  $sp^2$   
Ο C (3) έχει υβριδισμό  $sp^2$   
Η ένωση Π έχει 6 σίγμα ( $\sigma$ ) και 3 πι ( $\pi$ ) δεσμούς.

Γ3. α. Βρίσκουμε τα mol του ιωδοφορμίου ( $\text{CHI}_3$ ) που είναι το κίτρινο ίζημα:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{118,2}{394} = 0,3 \text{ mol}$$

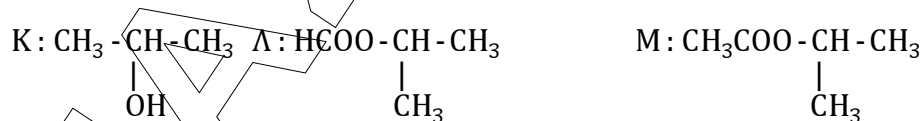
Η αλκοόλη (K) δίνει την ιωδοφορμική αντίδραση από την οποία βρίσκουμε τα mol της:



Για την αλκοόλη (K) βρίσκουμε τη σχετική μοριακή μάζα και στη συνέχεια το  $v$ :

$$Mr = \frac{m}{n} = \frac{18}{0,3} = 60 \Rightarrow 14v + 46 = 60 \Leftrightarrow v = 1$$

Άρα ο συντακτικός τύπος της (K) και των εστέρων (Λ) και (Μ) είναι:



- β. Στο δοχείο που περιέχει άλλα 0,3 mol της αλκοόλης (K), προσθέτουμε ταυτόχρονα  $\mu$  mol  $\text{HCOOH}$  και  $\lambda$  mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$  οπότε αποκαθίστανται οι παρακάτω ισορροπίες εστεροποίησης:



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

|                      |  |      |      |      |
|----------------------|--|------|------|------|
|                      | $\text{HCOOH} + \text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |      |      |      |
| <b>Αρχικά (mol)</b>  | $\lambda$  | 0,3  | -    | -    |
| <b>Α. / Π. (mol)</b> | $-x$   | $-x$ | $+x$ | $+x$ |

|                      |  |         |         |         |
|----------------------|--|---------|---------|---------|
|                      | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |         |         |         |
| <b>Αρχικά (mol)</b>  | $\mu$  | 0,3     | -       | -       |
| <b>Α. / Π. (mol)</b> | $-\psi$  | $-\psi$ | $+\psi$ | $+\psi$ |

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται:

HCOOH:  $(\lambda - x)$  mol,

(K):  $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$ :  $[0,3 - (x + \psi)]$  mol,

(Λ):  $\text{HCOO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$ :  $x$  mol,

H<sub>2</sub>O:  $(x + \psi)$  mol,

CH<sub>3</sub>COOH:  $(\mu - \psi)$  mol,

(M):  $\text{CH}_3\text{COO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$ :  $\psi$  mol,

Για τις σταθερές ισορροπίας των δυο εστεροποιήσεων ισχύουν:

$$K_{c,1} = \frac{[\Lambda] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{K}]} \Rightarrow \frac{\frac{x}{V} \cdot \frac{(x + \psi)}{V}}{\frac{\lambda - x}{V} \cdot \frac{[0,3 - (x + \psi)]}{V}} = 4 \Leftrightarrow$$

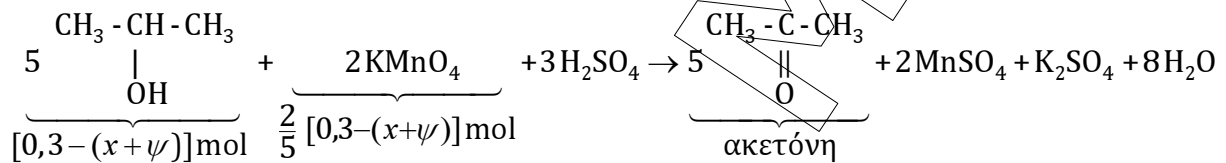
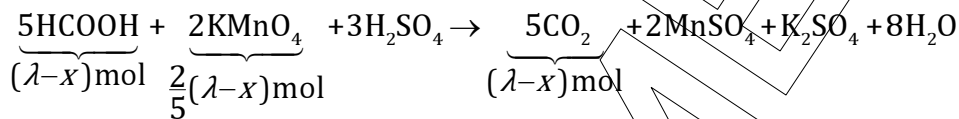
$$\Leftrightarrow \frac{x \cdot (x + \psi)}{(\lambda - x) \cdot [0,3 - (x + \psi)]} = 4 \quad (1)$$



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

$$K_{c,2} = \frac{[M] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [K]} \Rightarrow \frac{\frac{\psi}{V} \cdot \frac{(x+\psi)}{V}}{\frac{\mu-\psi}{V} \cdot \frac{[0,3-(x+\psi)]}{V}} = 4 \Leftrightarrow \frac{\psi \cdot (x+\psi)}{(\mu-\psi) \cdot [0,3-(x+\psi)]} = 4 \quad (2)$$

Από το μίγμα της ισορροπίας οξειδώνονται μόνο το HCOOH και η αλκοόλη (K):



Για το CO<sub>2</sub> που είναι το αέριο που εκλύεται και θολώνει το ασβεστόνεο τα mol του είναι:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ mol} \Rightarrow \lambda - x = 0,05 \quad (3)$$

Τα mol του KMnO<sub>4</sub> που αποχρωματίστηκαν από το μίγμα της ισορροπίας είναι:

$$n = C \cdot V = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06 \text{ mol} \Rightarrow \frac{2}{5}(\lambda - x) + \frac{2}{5}[0,3 - (x + \psi)] = 0,06 \Leftrightarrow$$
$$(\lambda - x) + [0,3 - (x + \psi)] = 0,15 \quad (4)$$

Από τις εξισώσεις (3) και (4) προκύπτει ότι:

$$[0,3 - (x + \psi)] = 0,1 \quad (5) \quad \text{και} \quad (x + \psi) = 0,2 \quad (6)$$

Από τις εξισώσεις (1), (3), (5) και (6) προκύπτει ότι:  $x = 0,1$  (7)

Από τις εξισώσεις (3) και (7) προκύπτει ότι:  $\lambda = 0,15 \text{ mol}$

Από τις εξισώσεις (6) και (7) προκύπτει ότι:  $\psi = 0,1$  (8)

Τέλος από τις εξισώσεις (2), (5), (6), (7) και (8) προκύπτει ότι:

$$\mu = 0,15 \text{ mol}$$





## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

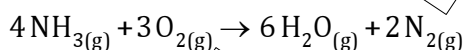
γ. Οι αποδόσεις των δύο εστεροποιήσεων είναι αντίστοιχα:

$$\alpha_1 = \frac{\text{ποσότητα εστέρα (Λ) πραγματική}}{\text{ποσότητα εστέρα (Λ) θεωρητική}} = \frac{x}{0,15} = \frac{0,1}{0,15} \Leftrightarrow \alpha_1 = \frac{2}{3}$$

$$\alpha_2 = \frac{\text{ποσότητα εστέρα (Μ) πραγματική}}{\text{ποσότητα εστέρα (Μ) θεωρητική}} = \frac{\psi}{0,15} = \frac{0,1}{0,15} \Leftrightarrow \alpha_2 = \frac{2}{3}$$

### ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Οι συντελεστές στην οξειδοαναγωγική αντίδραση. (1) είναι  $\beta = 4, \gamma = 3, \delta = 6$  και  $\varepsilon = 2$  οπότε η εξίσωση (1) είναι:



Δ2. α. Οι καμπύλες (I) και (II) αφορούν τα αντιδρώντα  $\text{NH}_3$  και  $\text{O}_2$  καθώς οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης ισχύει για τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης:

$$v = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{4\Delta t} = \frac{\Delta[\text{O}_2]}{3\Delta t} = \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{6\Delta t} = \frac{\Delta[\text{N}_2]}{2\Delta t} \quad (1)$$

Από την σχέση (1) προκύπτει ότι:

$$\frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta[\text{O}_2]} = \frac{4}{3} \quad (2)$$

Από την έναρξη της αντίδρασης ( $t = 0$ ) μέχρι την ολοκλήρωσή της ( $t = 10 \text{ sec}$ ) για τις καμπύλες (I) και (II) ισχύει ότι:

$$\frac{\Delta[\text{II}]}{\Delta[\text{I}]} = \frac{-0,2}{-0,15} = \frac{4}{3} \quad (3)$$

Άρα η καμπύλη (I) αντιστοιχεί στο  $\text{O}_2$  και η καμπύλη (II) στην  $\text{NH}_3$ .

Οπότε προκύπτει ο παρακάτω πίνακας τιμών:

|                               | $4\text{NH}_{3(g)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 6\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{N}_{2(g)}$ |         |        |        |
|-------------------------------|---|---------|--------|--------|
| Αρχικά ( $t = 0$ )            | 0,40 M  | 0,15 M  | -      | -      |
| Α. / Π.                       | -0,20 M   | -0,15 M | 0,30 M | 0,10 M |
| Τελικά ( $t = 10 \text{ s}$ ) | 0,20 M  | -       | 0,30 M | 0,10 M |





## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Τελικά από τη σχέση (1) προκύπτει για τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωσή της:

$$v = -\frac{\Delta[\text{NH}_3]}{4\Delta t} = -\frac{0,20 - 0,40}{4 \cdot 10} = \frac{0,20}{4 \cdot 10} \quad \text{ή} \quad v = 0,005 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

β. IV)  $v_{\text{NH}_3} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$ .

Αιτιολόγηση (δεν απαιτείται):

Ισχύει ότι η μέση ταχύτητα κατανάλωσης της  $\text{NH}_3$  από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωσή της αντίδρασης είναι  $v_{\text{NH}_3(0-10)} = 4 \cdot v = 4 \cdot 0,005 = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$ .

Ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης της  $\text{NH}_3$  μειώνεται με φθίνοντα ρυθμό, όπως φαίνεται και από την καμπύλη (II) που αντιστοιχεί στην  $\text{NH}_3$ . Έτσι, η μέση ταχύτητα κατανάλωσης της  $\text{NH}_3$  για το χρονικό διάστημα  $t = 0$  έως  $t = 2$  sec πρέπει να είναι μεγαλύτερος από αυτόν του χρονικού διαστήματος  $t = 0$  έως  $t = 10$  sec δηλαδή, πρέπει να είναι

$$v_{\text{NH}_3(0-2)} > v_{\text{NH}_3(0-10)} = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

Από τις τιμές που έχουν δοθεί η μόνη που συμφωνεί με την διαπίστωση αυτή είναι η: IV)  $v_{\text{NH}_3} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$ .

- Δ3. α. Με τη συνεχή προσθήκη διαλύματος  $\text{NaOH}$  το pH τείνει στην τιμή του pH του διαλύματος που προσθέτουμε. Παρατηρούμε από την καμπύλη ογκομέτρησης ότι με συνεχή προσθήκη πρότυπου διαλύματος  $\text{NaOH}$  το pH τείνει στην τιμή  $\text{pH} = 13$ .

Έτσι, πρέπει το pH του πρότυπου διαλύματος  $\text{NaOH}$  να είναι  $\text{pH} = 13$  και το  $\text{pOH} = \text{pK}_w - \text{pH} = 14 - 13 = 1$ .

|        | $\text{NaOH}$ | $\rightarrow$ | $\text{Na}^+$ | + | $\text{OH}^-$ |
|--------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|
| Αρχικά | C M           |               | -             |   | -             |
| Τελικά | -             |               | C M           |   | C M           |

Αφού  $\text{pOH} = 1$ , πρέπει  $[\text{OH}^-] = 10^{-1}\text{M}$  άρα  $C = 10^{-1}\text{M}$ .



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

β. Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης έχουν προστεθεί:

$$n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol NaOH}$$

$$n = C_1 \cdot V_1 = C_1 \cdot 0,1 \text{ mol HCOOH}$$

|               | HCOOH | NaOH              | HCOONa | H <sub>2</sub> O |
|---------------|-------|-------------------|--------|------------------|
| Αρχικά (mol)  | 0,01  | 0,1C <sub>1</sub> | -      |                  |
| A. / Π. (mol) | -0,01 | -0,01             | 0,01   |                  |
| Τελικά (mol)  | -     |                   | 0,01   |                  |

Άρα, πρέπει  $0,1C_1 - 0,01 = 0 \Rightarrow C_1 = 0,1 \text{ M}$ .

γ. Τη στιγμή που έχουν προστεθεί 50 mL πρότυπου διαλύματος NaOH όταν δηλαδή έχουν προστεθεί  $n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,05 = 0,005 \text{ mol NaOH}$ , έχει γίνει ημιεξουδετέρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος HCOOH:

|               | HCOOH  | NaOH   | HCOONa | H <sub>2</sub> O |
|---------------|--------|--------|--------|------------------|
| Αρχικά (mol)  | 0,01   | 0,005  | -      |                  |
| A. / Π. (mol) | -0,005 | -0,005 | 0,005  |                  |
| Τελικά (mol)  | 0,005  | -      | 0,005  |                  |

Δηλαδή, προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα: HCOOH / HCOO<sup>-</sup>:

$$\text{HCOOH}, C_{\text{οξέος}} = \frac{0,005}{0,15} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

$$\text{HCOO}^-, C_{\text{βάσης}} = \frac{0,005}{0,15} = \frac{1}{30} \text{ M} \quad (\text{HCOONa} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+)$$

Εφαρμόζουμε την εξίσωση Henderson- Hasselbalch για το ρυθμιστικό διάλυμα:

$$\text{pH} = \text{pKa}(\text{HCOOH}) + \log \frac{C_{\text{βάσης}}}{C_{\text{οξέος}}} = \text{pKa}(\text{HCOOH}) + \log \frac{\frac{1}{30}}{\frac{1}{30}} = \text{pKa}(\text{HCOOH})$$



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Από την καμπύλη ογκομέτρησης τη στιγμή αυτή προκύπτει ότι  $pH = 4$  άρα:

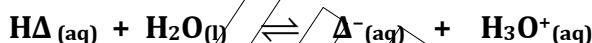
$$PKa(HCOOH) = pH = 4 \Rightarrow Ka(HCOOH) = 10^{-4}$$

Στο ογκομετρούμενο διάλυμα:

|        | $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$ |
|--------|---|
| Αρχικά | $10^{-1} M$                                       |
| I. I.  | $(10^{-1} - x) M$ $x M$ $x M$                     |

$$K_a(HCOOH) = \frac{\varphi^2}{10^{-1} - \varphi} \approx \frac{\varphi^2}{10^{-1}} \Rightarrow \varphi = \sqrt{10^{-4} \cdot 10^{-1}} = \sqrt{10^{-5}} \Rightarrow [H_3O^+]_{\delta/\tau\omicron\varsigma} = 10^{-2.5} M$$

Στο ογκομετρούμενο διάλυμα ο δείκτης ΗΔ που έχουμε προσθέσει (λίγες σταγόνες) είναι ασθενές οξύ οπότε στο υδατικό διάλυμα ιοντίζεται ως εξής:



Εκφράζουμε την σταθερά ιοντισμού ( $K_a$ ) του ΗΔ:

$$K_a(H\Delta) = \frac{[\Delta^-] \cdot [H_3O^+]_{\delta/\tau\omicron\varsigma}}{[H\Delta]} \Rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} = \frac{[H_3O^+]_{\delta/\tau\omicron\varsigma}}{K_a(H\Delta)} \quad (1)$$

Ισχύει ότι  $PKa(H\Delta) = 7,5$  οπότε:  $K_a(H\Delta) = 10^{-7.5}$

Από τη σχέση (1) τελικά προκύπτει ότι ο λόγος των συγκεντρώσεων των συζυγών μορφών του δείκτη είναι:

$$\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{10^{-2.5}}{10^{-7.5}} \Rightarrow \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = 10^5$$

δ. Στα 100 mL ογκομετρούμενου διαλύματος (Υ1) περιέχονται:

$$n = C_1 \cdot V_1 = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol HCOOH}$$

Έστω ότι τα ελάχιστα mol Mg που πρέπει να προσθέσουμε είναι σε  $\omega$  mol, οπότε διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

**Περίπτωση 1<sup>η</sup>:** Αν τα HCOOH και Mg αντιδράσουν πλήρως ( $\omega = 0,005$  mol), τότε:



## 2018 | Φάση 2 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

|               | $2\text{HCOOH} + \text{Mg} \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Mg} + \text{H}_2 \uparrow$ |        |       |       |
|---------------|--|--------|-------|-------|
| Αρχικά (mol)  | 0,01   | 0,005  | -     | -     |
| Α. / Π. (mol) | -0,01  | -0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Τελικά (mol)  | -  | -      | 0,005 | 0,005 |

Στο τελικό διάλυμα (Υ2) περιέχεται μόνο το  $(\text{HCOO})_2\text{Mg}$  με συγκέντρωση:

$$C_2 = \frac{n}{V_2} = \frac{0,005}{0,1} = 0,05 \text{ M}$$

|        | $(\text{HCOO})_2\text{Mg} \rightarrow 2 \text{HCOO}^- + \text{Mg}^{2+}$ |                     |        |
|--------|---|---------------------|--------|
| Αρχικά | 0,05 M  | -                   | -      |
| Τελικά | -   | $10^{-1} \text{ M}$ | 0,05 M |

$\text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \nrightarrow$  (το  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  είναι ισχυρή βάση)

|        | $\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$ |                     |                     |
|--------|--|---------------------|---------------------|
| Αρχικά | $10^{-1} \text{ M}$  | -                   | -                   |
| I. I.  | $(10^{-1} - \varphi) \text{ M}$  | $\varphi \text{ M}$ | $\varphi \text{ M}$ |

$$K_a(\text{HCOOH}) \cdot K_b(\text{HCOO}^-) = K_w \Rightarrow K_b(\text{HCOO}^-) = \frac{K_w}{K_a(\text{HCOOH})} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$K_b(\text{HCOO}^-) = \frac{\varphi^2}{10^{-1} - \varphi} \approx \frac{\varphi^2}{10^{-1}} \Rightarrow \varphi = [\text{OH}^-] = 10^{-5,5} \text{ M}$$

Άρα  $\text{pOH} = 5,5$  και  $\text{pH} = 8,5$  (Δεκτή περίπτωση)

**Περίπτωση 2<sup>η</sup>:** Αν το  $\text{HCOOH}$  περισσεύει ( $\omega < 0,005 \text{ mol}$ ), τότε προκύπτει διάλυμα με  $\text{pH} < 8,5$  (Απορρίπτεται).

**Περίπτωση 3<sup>η</sup>:** Αν το  $\text{Mg}$  περισσεύει ( $\omega > 0,005 \text{ mol}$ ), τότε προκύπτει διάλυμα με  $\text{pH} = 8,5$ , αλλά **απορρίπτεται γιατί θέλουμε την ελάχιστη ποσότητα Mg**.

Τελικά η ελάχιστη ποσότητα Mg είναι  $\omega = 0,005 \text{ mol}$  και ο όγκος του αερίου  $\text{H}_2$  σε STP είναι  $V = 0,005 \cdot 22,4$  δηλαδή  $V = 0,112 \text{ L}$  ή **112 mL**.