

Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

A.1 α. **A.2** γ. **A.3** β **A.4** δ **A.5** γ

ΘΕΜΑ Β

B.1 Σωστή απάντηση η β.

$[\text{OH}^-] = 10^6[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow -\log[\text{OH}^-] = -\log(10^6[\text{H}_3\text{O}^+]) \Rightarrow \text{pOH} = -6 + \text{pH} \Rightarrow 14 - \text{pH} = -6 + \text{pH} \Rightarrow \text{pH} = 10$.
 Το διάλυμα είναι βασικό άρα είναι ένα εκ των NaOH και NH₃. Το NaOH όμως ως ισχυρή βάση δίνει pH = 11.
 Άρα είναι η NH₃.

B.2 Σωστή απάντηση είναι η γ.

Για τις σταθερές έχουμε: $K_{b2} > K_{b3} > K_{b1} \Rightarrow \frac{K_w}{K_{a2}} > \frac{K_w}{K_{a3}} > \frac{K_w}{K_{a1}} \Rightarrow \frac{1}{K_{a2}} > \frac{1}{K_{a3}} > \frac{1}{K_{a1}} \Rightarrow K_{a2} < K_{a3} < K_{a1}$

Το ισχυρότερο οξύ για την ίδια συγκέντρωση δίνει την μικρότερη τιμή pH, έτσι θα έχουμε:
 $\text{pH}_1 < \text{pH}_3 < \text{pH}_2$

B.3 Σωστή απάντηση είναι η γ.

Εφόσον το διάλυμα είναι κόκκινο θα επικρατεί η βασική μορφή, δηλαδή $\frac{[\Delta]}{[\Delta\text{H}^+]} = 10^3$.

Για την σταθερά του δείκτη ισχύει: $K_b = \frac{[\Delta\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\Delta]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = K_b \frac{[\Delta]}{[\Delta\text{H}^+]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$

Άρα pOH = 2 και pH = 12.

B.4 Σωστή απάντηση είναι η γ.

Σε άπειρη αραίωση η συγκέντρωση των οξωνίων τείνει στο $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$.

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow 3 \cdot 10^{-7} = \frac{x \cdot 10^{-7}}{C - x} \Rightarrow 3 = \frac{x}{C - x} \Rightarrow \frac{x}{C} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 0,75$$

B.5 α. Λάθος αφού το πρότυπο διάλυμα είναι το NaOH έχουμε αλκαλιμετρία

β. Λάθος αφού $\text{pH} = 0 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = K_w$

γ. Σωστό αφού το πρώτο διάλυμα περιέχει περισσότερα moles HNO₂/NO₂⁻ και μπορεί να εξουδετερώσει μεγαλύτερη ποσότητα οξέος ή βάσης

δ. Σωστό γιατί η NH₃ συμπεριφέρεται κυρίως ως βάση (pK_b = 5) παρά ως οξύ (pK_a = 38)

Η αντίδραση με το νερό είναι μονόδρομη $\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{OH}^-$

ε. Σωστό. Με την προϋπόθεση ότι ισχύουν οι προσεγγίσεις έχουμε $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{K_a}{n}} \cdot V$.

Το ίδιο αποτέλεσμα προκύπτει και από την σχέση:

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{x}{C - x} \Rightarrow \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+] + K_a} = \frac{x}{C} \Rightarrow \alpha = \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+] + K_a}$$

αφού με την αραίωση η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται, οπότε ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται και επειδή $[\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow 10^{-7} \text{ M}$ ο βαθμός ιοντισμού σταθεροποιείται σε κάποια τιμή.

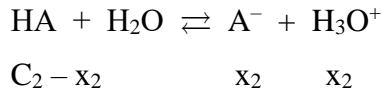
ΘΕΜΑ Γ



Επειδή $\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$

$$K_a = \frac{x^2}{C_1 - x} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{C_1} \Rightarrow K_a = 5 \cdot 10^{-6} \quad \text{και} \quad \alpha = \frac{x}{C_1} \Rightarrow \alpha = 5 \cdot 10^{-3}$$

Γ.2 Η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος είναι $C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_{\text{ολ}}} \Rightarrow C_2 = 0,02 \text{ M}$



Επειδή $\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$

$$K_a = \frac{x_2^2}{C_2 - x_2} \Rightarrow K_a = \frac{x_2^2}{C_2} \Rightarrow x_2 = 10^{-3,5} \text{ M} \quad \text{άρα} \quad \text{pH} = 3,5$$

Γ.3 Το pH θα μειωθεί με την συμπύκνωση. Άρα $\text{pH}_3 = 2,5$.

$$\text{Ομοίως με πριν} \quad K_a = \frac{x_3^2}{C_3 - x_3} \Rightarrow K_a = \frac{x_3^2}{C_3} \Rightarrow C_3 = 2 \text{ M}$$

Τα αρχικά mol είναι $n_{\text{αρχ}} = C_1 V_1 \Rightarrow n_{\text{αρχ}} = 0,04 \text{ mol}$ και τα τελικά $n_{\text{τελ}} = C_3 V_1 \Rightarrow n_{\text{τελ}} = 0,4 \text{ mol}$

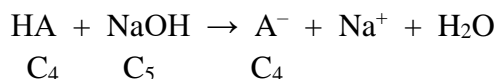
Τα πρόσθετα είναι: $n_{\text{πρ}} = n_{\text{τελ}} - n_{\text{αρχ}} \Rightarrow n_{\text{πρ}} = 0,36 \text{ mol}$.

$$\text{Τελικά} \quad n_{\text{πρ}} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow M_r = 60$$

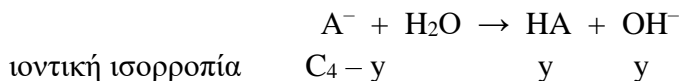
Γ.4 Γράφουμε τους ιοντισμούς στο διάλυμα βρίσκοντας τις αρχικές συγκεντρώσεις.

$$C(\text{HA}) = C_4 = \frac{C_1 V_1'}{V_{\text{τελ}}} \Rightarrow C_4 = 0,05 \text{ M} \quad \text{και}$$

$$C(\text{NaOH}) = C_5 = \frac{C V}{V_{\text{τελ}}} \Rightarrow C_5 = 0,05 \text{ M}$$



Και από την υδρόλυση του A^- προκύπτει:



$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{y^2}{C_4 - y} \Rightarrow \frac{K_w}{K_a} = \frac{y^2}{C_4} \Rightarrow y = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} C_4} \Rightarrow y = 10^{-5} \text{ M}. \quad \text{Άρα} \quad \text{pOH} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 9.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ.1 Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε πλήρη εξουδετέρωση, οπότε:

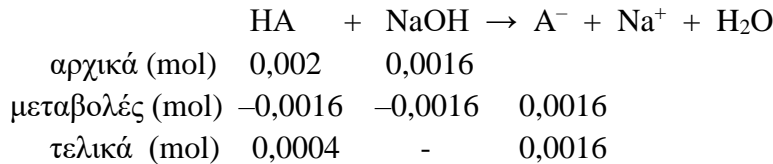
$$n(\text{HA}) = n(\text{NaOH}) \Rightarrow C_1 \cdot 0,03 \text{ L} = 0,02 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ M} \Rightarrow C_1 = \frac{1}{15} \text{ M}$$

Α.2 Στο ισοδύναμο σημείο τα mol του A^- είναι όσο του οξέος ή της βάσης που εξουδετερωθήκαν (0,002 mol)
 Η συγκέντρωση του ιόντος A^- είναι (ο όγκος του διαλύματος είναι 50 ml):

$$C_2 = [A^-] = \frac{n}{V_{ολ}} \Rightarrow [A^-] = 0,04 M \quad \text{από το Ι.Σ. βλέπουμε ότι } pH = 8 \text{ άρα } pOH = 6.$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{y^2}{C_2 - y} \Rightarrow \frac{K_w}{K_a} = \frac{y^2}{C_2} \Rightarrow K_a = \frac{K_w C_2}{y^2} \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14} \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{10^{-12}} \Rightarrow K_a = 4 \cdot 10^{-4}$$

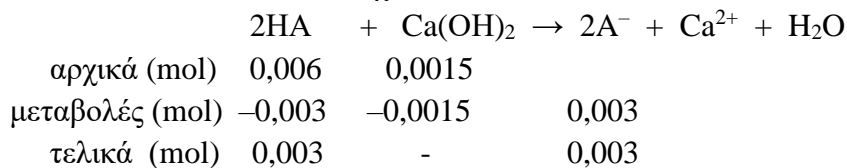
Α.3 Την στιγμή που έχουμε προσθέσει 16 mL η ποσότητα του NaOH είναι 0,0016 mol



Το ζεύγος HA/A^- , δημιουργεί ρυθμιστικό διάλυμα οπότε έχουμε:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = 4 - \log 4 + \log \frac{16 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-4} \frac{V_{ολ}}{V_{ολ}}} \Rightarrow pH = 4.$$

Α.4 Τα mol των HA και $Ca(OH)_2$ είναι αντίστοιχα: 0,006 και 0,0015



Το ζεύγος HA/A^- , δημιουργεί ρυθμιστικό διάλυμα οπότε έχουμε:

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \Rightarrow 4 \cdot 10^{-4} = \frac{3 \cdot 10^{-3} [H_3O^+]}{3 \cdot 10^{-3} \frac{V_{τελ}}{V_{τελ}}} \Rightarrow [H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-4} M$$

Για τον δείκτη $H\Delta$ ισχύει:

$$K_{a(H\Delta)} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[H\Delta]} \Rightarrow 10^{-7} = \frac{[A^-] 4 \cdot 10^{-4}}{[H\Delta]} \Rightarrow \frac{[A^-]}{[H\Delta]} = \frac{10^{-3}}{4}$$