

**ΑΣΚΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ 3ο ΘΕΜΑ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
1^{ης} ΚΑΙ 2^{ης} ΔΕΣΜΗΣ (ΙΟΥΝΙΟΣ 1994)**
(Ιοντισμός οξέος – Διάσταση βάσης – Επίδραση κοινού ιόντος – Ρυθμιστικά
διαλύματα)

Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα Α και Β σε θερμοκρασία 25⁰ C. Το διάλυμα Α έχει όγκο 500 ml και περιεκτικότητα 0,1M σε NaOH. Το διάλυμα Β έχει όγκο 1000 ml, περιέχει ασθενές οξύ HA και εμφανίζει pH = 3. Τα διαλύματα Α και Β αναμιγνύονται, οπότε προκύπτει νέο διάλυμα Γ.

- i) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Α και η μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση του διαλύματος Β.
- ii) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Γ.

Δίνονται:

- Η σταθερά διάστασης του οξέος HA είναι $K_a = 10^{-5}$.
- Η σταθερά του γινομένου των συγκεντρώσεων των ιόντων του νερού είναι $K_w = 10^{-14}$.
- Η υδρόλυση των ιόντων που υπάρχουν στο διάλυμα θεωρείται αμελητέα.
- Η K_a του οξέος είναι μικρότερη από 10^{-4} και επομένως για την απλούστευση των υπολογισμών, πρέπει να γίνουν οι προσεγγίσεις, που υποδεικνύονται στις αντίστοιχες ασκήσεις του διδακτικού βιβλίου.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

- i) Το NaOH είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης και δίσταται πλήρως. Κατασκευάζουμε πίνακα με τις ποσότητες των σωμάτων εκφρασμένες σε Μ και υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του $[H_3O^+]$ που περιέχεται στο διάλυμα:



Αλλά,

$$K_w = 10^{-14} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1} \text{ M}} \Leftrightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ M}$$

Η συγκέντρωση του $[\text{H}_3\text{O}^+]$ είναι πλέον γνωστή, οπότε έχουμε:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ M}$$

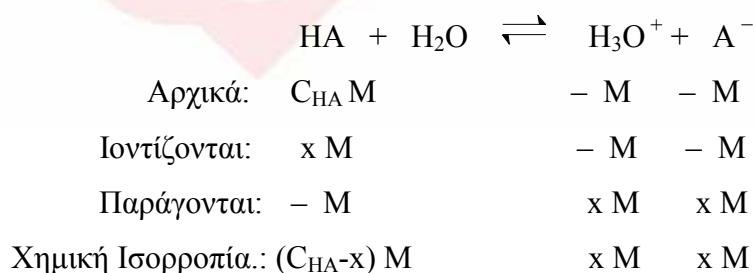
Το pH του διαλύματος A υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-13} \Leftrightarrow \text{pH} = 13$$

Το διάλυμα B περιέχει το ασθενές οξύ HA και εμφανίζει $\text{pH} = 3$, οπότε μπορούμε να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση του $[\text{H}_3\text{O}^+]$ που υπάρχει στο διάλυμα:

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

Το HA είναι ασθενής ηλεκτρολύτης και ιοντίζεται μερικώς. Κατασκευάζουμε πίνακα με τις ποσότητες των σωμάτων εκφρασμένες σε M:



Η σταθερά ιοντισμού της HA στους 25⁰ C, K_a, είναι 10⁻⁵, οπότε έχουμε:

$$K_a = 10^{-5} \Leftrightarrow \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{(x \text{ M}) \cdot (x \text{ M})}{(C_{HA} - x) \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{(10^{-3} \text{ M})^2}{C_{HA} \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{10^{-6} \text{ M}}{C_{HA}} = 10^{-5} \Leftrightarrow C_{HA} = 10^{-1} \text{ M}$$

Η ποσότητα του HA που ιοντίζεται είναι πολύ μικρή, οπότε στους παραπάνω υπολογισμούς έγιναν προσεγγίσεις επειδή ισχύει:

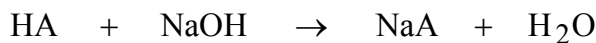
$$\triangleright \frac{K_a}{(C_{HA} \text{ M})} = \frac{10^{-5}}{0,1} \leq 10^{-2}$$

Έτσι έχουμε:

$$[HA] = (C_{HA} - x) \text{ M} \approx C_{HA} \text{ M}$$

Αρα, το pH του διαλύματος A είναι **13**, ενώ η μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση του διαλύματος B είναι **0,1 M**.

ii) Σε 500 ml του διαλύματος Α προσθέτουμε 1000 ml διαλύματος Β, οπότε προκύπτει διάλυμα Γ με όγκο 1500 ml. Κατά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων πραγματοποιείται η αντίδραση εξουδετέρωσης:



Υπολογίζουμε τις ποσότητες των σωμάτων που υπάρχουν στα αρχικά διαλύματα Α και Β σε mol:

$$n_{\text{NaOH}} = CV = (0,1\text{M}) \cdot (0,5\text{L}) \Leftrightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,05\text{mol}$$

$$n_{\text{HA}} = CV = (0,1\text{M}) \cdot (1\text{L}) \Leftrightarrow n_{\text{HA}} = 0,1\text{mol}$$

Κατασκευάζουμε πίνακα με τις ποσότητες των σωμάτων εκφρασμένες σε mol μετά από την αντίδραση εξουδετέρωσης:

	HA	+ NaOH	→	NaA	+ H ₂ O
Αρχικά:	0,1 mol	0,05 mol		– mol	– mol
Αντιδρούν:	0,05 mol	0,05 mol		– mol	– mol
Παράγονται:	– mol	– mol		0,05 mol	0,05 mol
Τελικά:	0,05 mol	– mol		0,05 mol	0,05 mol

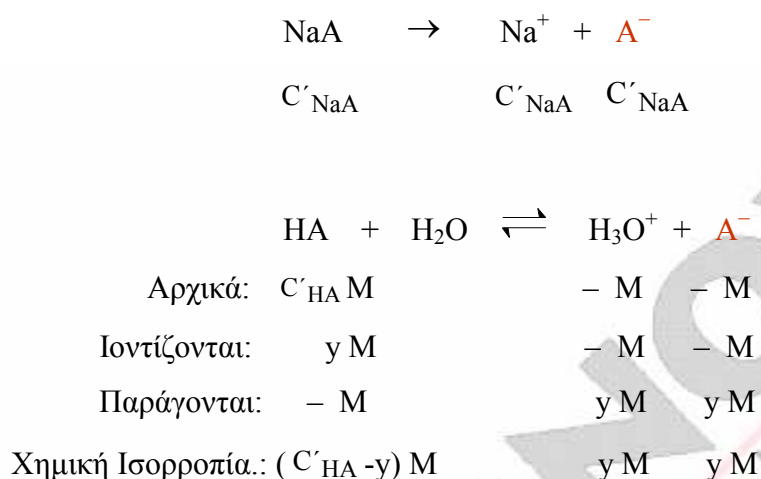
Βρίσκουμε τις νέες συγκεντρώσεις όλων των σωμάτων που περιέχονται στο τελικό διάλυμα, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή του όγκου του αρχικού διαλύματος:

$$V = V_1 + V_2 = (0,5\text{L}) + (1\text{L}) \Leftrightarrow V = 1,5\text{L}$$

$$C'_{\text{HA}} = \frac{n_{\text{HA}}}{V} = \frac{0,05\text{mol}}{1,5\text{L}} \Leftrightarrow C'_{\text{HA}} = \frac{1}{30}\text{M}$$

$$C'_{\text{NaA}} = \frac{n_{\text{NaA}}}{V} = \frac{0,05 \text{ mol}}{1,5 \text{ L}} \Leftrightarrow C'_{\text{NaA}} = \frac{1}{30} \text{ M}$$

Γράφουμε την αντίδραση διάστασης του NaA και την αντίδραση ιοντισμού του HA, κατασκευάζουμε πίνακα με τις ποσότητες των σωμάτων εκφρασμένες σε M:



Η σταθερά ιοντισμού της HA στους 25°C , K_a , είναι 10^{-5} , οπότε έχουμε:

$$K_a = 10^{-5} \Leftrightarrow \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{(y \text{ M}) \cdot [(C'_{\text{NaA}} + y) \text{ M}]}{(C'_{\text{HA}} - y) \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{(y \text{ M}) \cdot (C'_{\text{NaA}} \text{ M})}{C'_{\text{HA}} \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow$$

$$\frac{(y \text{ M}) \cdot \left(\frac{1}{30} \text{ M}\right)}{\frac{1}{30} \text{ M}} = 10^{-5} \Leftrightarrow y = 10^{-5} \text{ M}$$

Η ποσότητα του HA που ιοντίζεται είναι πολύ μικρή, οπότε στους παραπάνω υπολογισμούς έγιναν προσεγγίσεις επειδή ισχύουν:

$$\text{➤ } \frac{K_a}{(C'_{HA} M)} = \frac{10^{-5}}{\frac{1}{30}} \leq 10^{-2},$$

- Ο ιοντισμός του HA περιορίζεται σημαντικά λόγω επίδρασης κοινού ιόντος (A^-).

Έτσι έχουμε:

$$[HA] = (C'_{HA} - y)M \approx C'_{HA} M$$

$$[A^-] = (C'_{NaA} + y)M \approx C'_{NaA} M$$

Η συγκέντρωση του $[H_3O^+]$ είναι πλέον γνωστή, οπότε έχουμε:

$$[H_3O^+] = y \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-5} M$$

Το pH του διαλύματος Γ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-5} \Leftrightarrow pH = 5$$

Άρα, το pH του διαλύματος Γ που προκύπτει είναι **5**.

Λύση & Επιμέλεια: ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΑΝΔΡΟΥΛΑ