

Παράδειγμα 1ο

Ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει μεθυλαμίνη (CH_3NH_2) 0,248 % w/w και υδροχλωρικό άλας της μεθυλαμίνης (CH_3NH_3Cl) 1,08 % w/w. Αν το ρυθμιστικό διάλυμα έχει πυκνότητα $d = 1,25 \text{ g/mL}$, να υπολογιστεί το pH του διαλύματος. Για τη μεθυλαμίνη δίνεται $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$.

Μετατροπή των περιεκτικοτήτων σε μοριακότητες κατ' όγκο.

Τα 100 g του Δ. περιέχουν 0,248 g μεθυλαμίνης (CH_3NH_2)

Μετατρέπουμε τα g του διαλύματος σε mL χρησιμοποιώντας την πυκνότητα d.

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{100}{1,25} = 80 \text{ mL} = 0,08 \text{ L}$$

Υπολογίζουμε τα mol της μεθυλαμίνης που περιέχονται στα 100 g του διαλύματος με διαίρεση των g της μεθυλαμίνης διά της σχετικής της μοριακής μάζας.

$$Mr_{CH_3NH_2} = 12 + 5 + 14 = 31$$

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{0,248}{31} = 0,008 \text{ mol } CH_3NH_2$$

Υπολογίζουμε τη μοριακότητα κατ' όγκο (molarity) του διαλύματος με διαίρεση των mol της μεθυλαμίνης διά του όγκου του διαλύματος.

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,008}{0,08} = 0,1 \text{ M}$$

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για το υδροχλωρικό άλας της μεθυλαμίνης.

Τα 100 g του Δ. περιέχουν 1,08 g υδροχλωρικού άλατος της μεθυλαμίνης CH_3NH_3Cl

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{100}{1,25} = 80 \text{ mL} = 0,08 \text{ L}$$

$$Mr_{CH_3NH_3Cl} = 12 + 6 + 14 + 35,5 = 67,5$$

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{1,08}{67,5} = 0,016 \text{ mol } CH_3NH_3Cl$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,016}{0,08} = 0,2 \text{ M}$$

Έπειτα υπολογίζουμε την $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^{-10}$

$$\begin{aligned} pH &= pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = -\log(5 \cdot 10^{-10}) + \log \frac{0,1}{0,2} = 10 - \log 5 + \log \frac{5}{10} = \\ &= 10 - \log 5 + \log 5 - \log 10 = 10 - 1 = 9 \end{aligned}$$

Ρυθμιστικά Διαλύματα

Θα μπορούσαμε να μην υπολογίσουμε την K_a και να υπολογίσουμε το pH από τη

$$\text{σχέση } pOH = pK_b + \log \frac{C_{\alpha\xi}}{C_\beta} = -\log(2 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{0,2}{0,1} = 5 - \log 2 + \log 2 = 5$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 5 = 9$$

Παράδειγμα 2ο

Δίνεται ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει οξικό οξύ CH_3COOH $0,2\text{ M}$ και οξικό νάτριο CH_3COONa $0,1\text{ M}$ και έχει συγκέντρωση κατιόντων οξωνίου $[H_3O^+] = 2 \cdot 10^{-5}\text{ M}$.

Δίνεται $\log 2 = 0,3$

- α) Ποια η τιμή της K_a του οξικού οξέος;
- β) Σε 2 L του αρχικού διαλύματος προσθέτουμε $18\text{ L H}_2\text{O}$. Ποιο το pH του αραιωμένου διαλύματος;
- γ) Σε 2 L του αρχικού διαλύματος προσθέτουμε $0,1\text{ mol NaOH}$. Ποιο το pH του διαλύματος που θα προκύψει;
- δ) Σε 2 L του αρχικού διαλύματος προσθέτουμε $0,1\text{ mol HCl}$. Ποιο το pH του διαλύματος που θα προκύψει;
- ε) Σε 2 L του αρχικού διαλύματος προσθέτουμε 4 L διαλύματος HCl $0,05\text{ M}$. Ποιο το pH του διαλύματος που θα προκύψει;

$$\alpha) pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow -\log(2 \cdot 10^{-5}) = -\log K_a + \log \frac{0,1}{0,2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 5 - \log 2 = -\log K_a - \log 2 \Rightarrow \log K_a = -5 \Rightarrow K_a = 10^{-5}$$

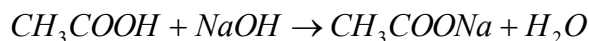
β) Μετά την αραιώση οι νέες συγκεντρώσεις θα είναι:

$$[CH_3COOH] = \frac{0,2 \cdot 2}{20} = 0,02\text{ M} \text{ και } [CH_3COONa] = \frac{0,1 \cdot 2}{20} = 0,01\text{ M}$$

Ελέγχουμε αν ισχύουν οι προϋποθέσεις για να μην χάσει τη ρυθμιστική του ικανότητα:

πρέπει $\frac{K_a}{C} \leq 10^{-2} \Rightarrow \frac{10^{-5}}{2 \cdot 10^{-1}} = 5 \cdot 10^{-5} \leq 10^{-2}$ ισχύει, οπότε μπορούμε να κάνουμε τις προσεγγίσεις και το διάλυμα διατηρεί τη ρυθμιστική του ικανότητα.

$$pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = -\log 10^{-5} + \log \frac{0,01}{0,02} = 5 - \log 2 = 5 - 0,3 = 4,7$$



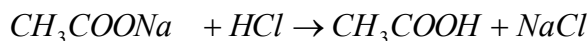
$$\gamma) 0,2 \cdot 2 = 0,4 \quad 0,1 \quad 0,1 \cdot 2 = 0,2$$

$$0,4 - 0,1 = 0,3\text{ mol} \quad 0,2 + 0,1 = 0,3\text{ mol}$$

$$C_{\alpha\xi} = [CH_3COOH] = \frac{0,3}{2} = 0,15\text{ M} \text{ και } C_\beta = [CH_3COONa] = \frac{0,3}{2} = 0,15\text{ M}$$

Ρυθμιστικά Διαλύματα

$$pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = -\log 10^{-5} + \log \frac{0,15}{0,15} = 5$$

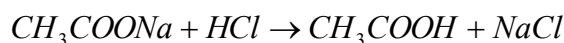


$$\delta) 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ mol} \quad 0,1 \quad 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ mol}$$

$$0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ mol} \quad 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ mol}$$

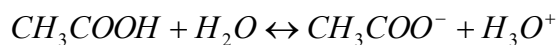
$$pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = -\log 10^{-5} + \log \frac{0,1/2}{0,5/2} = 5 + \log 2 - \log 10 = 4,3$$

$$\epsilon) n_{CH_3COOH} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ mol}, \quad n_{CH_3COONa} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ mol}, \quad n_{HCl} = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{ccccccc} 0,2 \text{ mol} & 0,2 \text{ mol} & 0,4 \text{ mol} & & & & \text{χάθηκε πλέον η ρυθμιστική του ικανότητα.} \\ - & - & 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ mol} & & & & \end{array}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{0,6}{6} = 0,1 \text{ M}$$



$$0,1 - x \approx 0,1 \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

$$K_a = \frac{x^2}{10^{-1}} = 10^{-5} \Rightarrow x = 10^{-3} \Rightarrow pH = -\log 10^{-3} = 3$$

Άσκηση 1η

α) Διαθέτουμε διάλυμα (Δ1) αμμωνίας με $pH = 11$. Αν δίνεται η $K_b = 10^{-5}$ να βρεθεί η συγκέντρωση της αμμωνίας.

β) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε το Δ1 με διάλυμα (Δ2) χλωριούχου αμμωνίου συγκέντρωσης $0,2 \text{ M}$ ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα (Δ3) με $pH = 10$.

$$\text{Απ. α) } C_1 = 0,1 \text{ M}, \text{ β) } \frac{V_1}{V_2} = \frac{20}{1}$$

Άσκηση 2η

Διαθέτουμε τα εξής διαλύματα: $HA \quad C_1 \text{ M} \quad a_1 \quad \theta_1 \text{ } ^\circ C$ και $HB \quad C_2 \text{ M} \quad a_2 \quad \theta_2 \text{ } ^\circ C$

Αν $C_1 > C_2$, $\theta_1 < \theta_2$ και $a_1 > a_2$ να δείξετε ότι το οξύ HA είναι ισχυρότερο του HB.