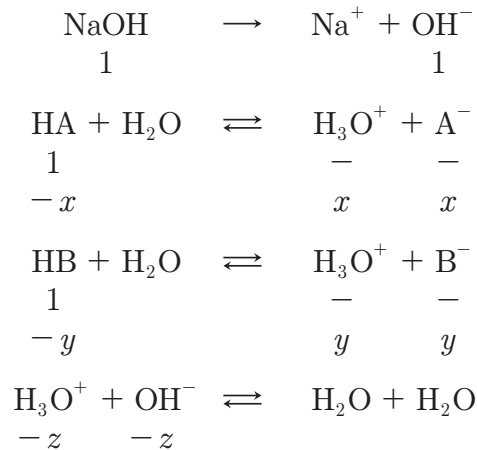


Σε 1 L διαλύματος των ασθενών οξέων HA 1 M και HB 1 M προσθέτουμε χωρίς μεταβολή όγκου 1 mol NaOH. Για το τελικό διάλυμα να βρεθεί η $[H_3O^+]$ και οι βαθμοί ιοντισμού των HA και HB. Δίνεται: $\theta = 25^\circ C$, $K_w = 10^{-14}$, $K_a(HA) = 9 \cdot 10^{-6}$ και $K_a(HB) = 10^{-6}$.

Λύση

Για το τελικό διάλυμα έχουμε:



Για την ισορροπία του HA ισχύει:

$$K_a(\text{HA}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{(x + y - z) \cdot x}{1 - x} \quad \text{άρα}$$

$$\frac{(x + y - z) \cdot x}{1 - x} = 9 \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

Για την ισορροπία του HB ισχύει:

$$K_a(\text{HB}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{B}^-]}{[\text{HB}]} = \frac{(x + y - z) \cdot y}{1 - y} \quad \text{άρα}$$

$$\frac{(x + y - z) \cdot y}{1 - y} = 10^{-6} \quad (2)$$

Για την εξουδετέρωση (ισορροπία αυτοϊοντισμού του νερού) ισχύει:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = (x + y - z) \cdot (1 - z) \quad \text{άρα}$$

$$(x + y - z) \cdot (1 - z) = 10^{-14} \quad (3)$$

Η επίλυση του συστήματος των εξισώσεων (1), (2) και (3) μας δίνει τις ακριβείς τιμές των x , y και z αλλά η επίλυσή του είναι επίπονη διαδικασία και γιατί θα το επιλύσουμε μέσω προσεγγίσεων. Θα θεωρήσουμε ότι η εξουδετέρωση είναι πρακτικά μονόδρομη (οι ποσότητες που απομένουν είναι αμελητέες σε σχέση με τις ποσότητες που αντιδρούν) άρα:

$$z \approx 1 \quad \text{και} \quad x + y \approx 1 \quad \text{άρα}$$

$$y = 1 - x \quad (4)$$

Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει:

$$\frac{x \cdot (1 - y)}{y \cdot (1 - x)} = 9 \quad \text{και λόγω της (4) προκύπτει:}$$

$$\frac{x^2}{(1-x)^2} = 9$$

$$\frac{x}{1-x} = 3$$

Επομένως $x = 0,75$ και $y = 0,25$. Από την (1) προκύπτει:

$$x + y - z = \frac{9 \cdot 10^{-6} \cdot (1-x)}{x}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Για τους βαθμούς ιοντισμού έχουμε:

$$a(\text{HA}) = \frac{x}{1} = 0,75 \quad \text{και} \quad a(\text{HB}) = \frac{y}{1} = 0,25$$

Οι τιμές των x , y και z που υπολογίσαμε μέσω των προσεγγίσεων διαφέρουν από τις τιμές που υπολογίζονται χωρίς προσεγγίσεις λιγότερο από 0,1%!!!

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε στην παραπάνω άσκηση μπορεί να εφαρμοστεί για περιπτώσεις ανάμιξης ρυθμιστικών διαλυμάτων.

Ας θεωρήσουμε την άσκηση:

“Να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων Δ_1 και Δ_2 , όπου: Δ_1 : ρυθμιστικό διάλυμα HA c_1 και NaA c_2 όγκου V_1 και Δ_2 : ρυθμιστικό διάλυμα HB c_3 και NaB c_4 όγκου V_2 .”

Το διάλυμα Δ_1 μπορεί να προκύψει από την ανάμιξη των διαλυμάτων Y_1 και Y_2 όπου: Y_1 διάλυμα HA $2c_1 + 2c_2$ όγκου $V_1/2$ και Y_2 διάλυμα NaOH $2c_2$ όγκου $V_1/2$.
Το διάλυμα Δ_2 μπορεί να προκύψει από την ανάμιξη των διαλυμάτων Y_3 και Y_4 όπου: Y_3 διάλυμα HB $2c_3 + 2c_4$ όγκου $V_2/2$ και Y_4 διάλυμα NaOH $2c_4$ όγκου $V_2/2$.

Επομένως η παραπάνω άσκηση ανάμιξης ρυθμιστικών είναι ισοδύναμη με την άσκηση:

“Να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων Y_1 , Y_2 , Y_3 και Y_4 .”

Η ανάμιξη όμως των διαλυμάτων Y_1 , Y_2 , Y_3 και Y_4 οδηγεί σε διάλυμα όγκου $V_1 + V_2$ που περιέχει HA με συγκέντρωση $\frac{V_1}{V_1 + V_2}(c_1 + c_2)$, HB με συγκέντρωση $\frac{V_2}{V_1 + V_2}(c_3 + c_4)$ και NaOH με συγκέντρωση $\frac{c_2 V_1 + c_4 V_2}{V_1 + V_2}$ δηλαδή στην αρχική μας άσκηση!!!

Κονδύλης Παναγιώτης

Χημικός
pkondylis@hotmail.com

Λατζώνης Πολυνίκης

Χημικός
polyneices@gmail.com