

Λύση

- α) Έστω C_o M η συγκέντρωση του διαλύματος HX και C_b M η συγκέντρωση του διαλύματος NaOH. Από τον πίνακα τιμών παρατηρούμε ότι με την προσθήκη 10 mL και 20 mL διαλύματος NaOH το pH του διαλύματος είναι σε όξινες τιμές, οπότε η ογκομέτρηση βρίσκεται πριν από το ισοδύναμο σημείο. Με την προσθήκη των 10mL διαλύματος NaOH θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση:

(mmol)	HX	+	NaOH	→	NaX	+	H ₂ O
Αρχ.	$50C_o$		$10C_b$				
A / Π.	$-10C_b$		$-10C_b$		$10C_b$		
Τελ.	$50C_o - 10C_b$		0		$10C_b$		

Λόγω της παρουσίας ρυθμιστικού διαλύματος, θα έχουμε:

$$[H_3O]^+ = k_a \frac{[HX]}{[NaX]} \Rightarrow k_a = [H_3O]^+ \frac{[NaX]}{[HX]} = 4 \times 10^{-5} \times \frac{10C_b}{50C_o - 10C_b} \Rightarrow k_a = 4 \times 10^{-5} \times \frac{C_b}{5C_o - C_b} \quad (1)$$

Και με την προσθήκη των 20 mL διαλύματος NaOH θα ισχύει ανάλογη σχέση, με τη διαφορά ότι πλέον τα mmol της βάσης θα είναι $20C_b$, δηλ.

$$[H_3O]^+ = k_a \frac{[HX]}{[NaX]} \Rightarrow k_a = [H_3O]^+ \frac{[NaX]}{[HX]} = 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{20C_b}{50C_o - 20C_b} \Rightarrow k_a = 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{2C_b}{5C_o - 2C_b} \quad (2)$$

Εξισώνοντας τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$4 \times 10^{-5} \frac{C_b}{5C_o - 1C_b} = 1,5 \times 10^{-5} \frac{2C_b}{5C_o - 2C_b} \Rightarrow 4(5C_o - 2C_b) = 3(5C_o - 1C_b) \Rightarrow 20C_o - 8C_b = 15C_o - 3C_b \Rightarrow 5C_o = 5C_b \Rightarrow C_o = C_b \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας στη σχέση (1) όπου C_b την τιμή C_o παίρνουμε ότι:

$$k_a = 4 \times 10^{-5} \frac{C_b}{5C_o - C_b} = 4 \times 10^{-5} \frac{C_o}{5C_o - C_o} = 4 \times 10^{-5} \times \frac{1}{4} \Rightarrow k_a = 1 \times 10^{-5}$$

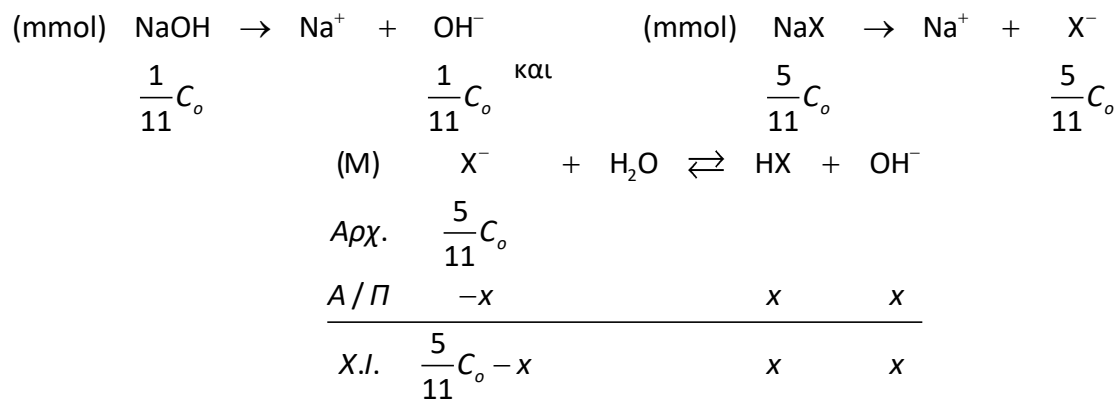
- β) Στο ισοδύναμο σημείο θα έχουμε πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος οξέος από το NaOH. Επειδή η αναλογία mol οξέος – βάσης είναι 1:1, θα ισχύει ότι $C_o \times 50\text{mL} = C_b \times V_b \Rightarrow V_b = 50\text{mL}$ και επομένως η προσθήκη των 60 mL διαλύματος βάσης αφορά σε σημείο της ογκομέτρησης μετά το ισοδύναμο σημείο.

(mmol)	HX	+	NaOH	→	NaX	+	H ₂ O
Αρχ.	$50C_o$		$60C_o$				
A / Π.	$-50C_o$		$-50C_o$		$50C_o$		
Τελ.	0		$10C_o$		$50C_o$		

Στο τελικό διάλυμα θα υπάρχουν στο νερό, η βάση και το άλας, και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους θα είναι:

$$[\text{NaOH}] = \frac{10C_o}{110} = \frac{1}{11}C_o \quad \text{και} \quad [\text{NaX}] = \frac{50C_o}{110} = \frac{5}{11}C_o$$

Οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι οι εξής:



Θεωρούμε ότι η ποσότητα των ιόντων OH^- από τον ιοντισμό του X^- είναι αμελητέα σε σύγκριση με την ποσότητα των OH^- από τον ιοντισμό της βάσης, δηλ. $[\text{OH}^-] = \frac{1}{11}C_o$

Από τη σταθερά ιοντισμού του νερού θα έχουμε ότι:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] \Rightarrow 1 \times 10^{-14} = 1,1 \times 10^{-12} \times \frac{1}{11}C_o \Rightarrow 1 \times 10^{-14} = 1 \times 10^{-13}C_o \Rightarrow C_o = 0,1$$

Επομένως οι συγκεντρώσεις των διαλυμάτων HX και NaOH είναι 0,1M.