

**Μέγιστος όγκος
ρυθμιστικού διαλύματος**

Οι ασκήσεις που έχουν για ζητούμενο τον «μέγιστο όγκο ρυθμιστικού διαλύματος» λύνονται κατ' αρχάς σαν ασκήσεις **αναλογίας όγκου**. Αφού βρεθεί η αναλογία όγκου που πληροί τα δεδομένα τις εκφώνησης, **δοκιμάζουμε την πλήρη χρησιμοποίηση** κάθε διαλύματος ξεχωριστά, μιας που για να προκύψει ο μέγιστος δυνατός όγκος του τελικού διαλύματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί **εξ' ολοκλήρου** - τουλάχιστον - ένα από τα αρχικά διαλύματα.

Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα :

Διάλυμα Δ₁ : διάλυμα όγκου 400 ml με συγκέντρωση 0,1 M σε NH₃.

Διάλυμα Δ₂ : διάλυμα όγκου 300 ml με συγκέντρωση 0,2 M σε NH₄Cl

Διάλυμα Δ₃ : διάλυμα όγκου 300 ml με συγκέντρωση 0,2 M σε HCl

Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος ρυθμιστικού διαλύματος με pH=9 που μπορεί να προκύψει από την ανάμιξη των διαλυμάτων :

$$\begin{array}{ccc} \Delta_1 + \Delta_2 & \parallel & \Delta_1 + \Delta_3 \\ \text{Δίνεται : } K_{b(\text{NH}_3)} = 10^{-5} & & \\ K_w = 10^{-14} & & \end{array}$$

Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά και έχουν θερμοκρασία 25°C.

Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις

Έστω χρησιμοποιούμε:

V₁ l από το διάλυμα Δ₁ και

V₂ l από το διάλυμα Δ₂

Νέες συγκεντρώσεις :

$$\left. \begin{array}{l} C_{\text{NH}_3} = \frac{0,1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = C_1 \\ C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{0,2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = C_2 \end{array} \right\} (1)$$

(M)	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
αρχ	C ₁		
μεν	C ₁ - x	x	x

(M)	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^{+1} + \text{Cl}^{-1}$		
αρχ	C ₂		
μεν	-	C ₂	C ₂

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{ολ}} = x + C_2 = C_2 \quad (\text{ρυθμιστικό δ/μα})$$

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 5 \Rightarrow [\text{OH}^{-1}]_{\text{ολ}} = x = 10^{-5}$$

Έστω χρησιμοποιούμε:

V₁ l από το διάλυμα Δ₁ και

V₃ l από το διάλυμα Δ₃

Ποσότητες moles :

$$n_{\text{NH}_3} = 0,1 \cdot V_1$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot V_3$$

(mol)	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$	
αρχ	0,1·V ₁	0,2·V ₃
αντ	Για να μείνει ρυθμ. δ/μα θα πρέπει στο τελικό διάλυμα να υπάρξει το ζεύγος NH ₃ -NH ₄ Cl σε παραπλήσιες συγκεντρώσεις. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει να περισσέψει NH ₃ ως αντιδρών. Άρα καταναλώνεται πλήρως το HCl	
	0,2·V ₃	0,2·V ₃
Παρ	-	0,2·V ₃
Μέν	(0,1·V ₁ - 0,2·V ₃) -	
		0,2·V ₃

**Μέγιστος όγκος
ρυθμιστικού διαλύματος**

$$K_{b(NH_3)} = \frac{[NH_4^{+1}][OH^{-1}]_{ολ}}{[NH_3]} \Rightarrow$$

$$10^{-5} = \frac{C_2 \cdot 10^{-5} (C_1 - x \approx C_1)}{C_1 - x} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_2 \cdot 10^{-5}}{C_1}$$

$$\Rightarrow C_1 = C_2$$

$$\stackrel{(1)}{\Rightarrow} \frac{0,1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{0,2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\Rightarrow V_1 = 2 \cdot V_2 \quad (2)$$

Για να προκύψει ο μέγιστος όγκος του τελικού διαλύματος από την ανάμιξη των Δ_1 και Δ_2 , θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί τουλάχιστον ένα διάλυμα εξ' ολοκλήρου.

Εάν χρησιμοποιηθεί πλήρως το Δ_1 :

$$V_1 = 400 \text{ ml} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} V_2 = \frac{V_1}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ ml}$$

$$\text{άρα } V_{\max} = 400 + 200 = 600 \text{ ml}$$

Εάν χρησιμοποιηθεί πλήρως το Δ_2 :

$$V_2 = 300 \text{ ml} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} V_1 = 2 \cdot V_2$$

$$V_1 = 2 \cdot 300 = 600 \text{ ml}$$

Δεν διαθέτουμε τον απαραίτητο όγκο διαλύματος Δ_1 για να χρησιμοποιηθεί πλήρως το Δ_2 .

Άρα $V_{\max} = 600 \text{ ml}$

Νέες συγκεντρώσεις :

$$\left. \begin{aligned} C_{NH_3} &= \frac{0,1 \cdot V_1 - 0,2 \cdot V_3}{V_1 + V_3} = C_1 \\ C_{NH_4Cl} &= \frac{0,2 \cdot V_3}{V_1 + V_3} = C_2 \end{aligned} \right\} (1)$$

(M)	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
αρχ	C_1		
μεν	$C_1 - x$	x	x

(M)	$NH_4Cl \rightarrow NH_4^{+1} + Cl^{-1}$		
αρχ	C_2		
μεν	-	C_2	C_2

$$[NH_4^+]_{ολ} = x + C_2 = C_2 \text{ (ρυθμιστικό δ/μα)}$$

$$pH=9 \Rightarrow pOH=5 \Rightarrow [OH^{-1}]_{ολ} = x = 10^{-5}$$

$$K_{b(NH_3)} = \frac{[NH_4^{+1}][OH^{-1}]_{ολ}}{[NH_3]} \Rightarrow$$

$$10^{-5} = \frac{C_2 \cdot 10^{-5} (C_1 - x \approx C_1)}{C_1 - x} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{C_2 \cdot 10^{-5}}{C_1}$$

$$\Rightarrow C_1 = C_2$$

$$\stackrel{(1)}{\Rightarrow} \frac{0,1 \cdot V_1 - 0,2 \cdot V_3}{V_1 + V_3} = \frac{0,2 \cdot V_3}{V_1 + V_3}$$

$$\Rightarrow V_1 = 4 \cdot V_3 \quad (2)$$

Εάν χρησιμοποιηθεί πλήρως το Δ_1 :

$$V_1 = 400 \text{ ml} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} V_3 = \frac{V_1}{4} = \frac{400}{4} = 100 \text{ ml}$$

$$\text{άρα } V_{\max} = 400 + 100 = 500 \text{ ml}$$

Εάν χρησιμοποιηθεί πλήρως το Δ_2 :

$$V_3 = 300 \text{ ml} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} V_1 = 4 \cdot V_3$$

$$V_1 = 4 \cdot 300 = 1200 \text{ ml}$$

Δεν διαθέτουμε τον απαραίτητο όγκο διαλύματος Δ_1 για να χρησιμοποιηθεί πλήρως το Δ_2 .

Άρα $V_{\max} = 500 \text{ ml}$

(είναι δυνατόν οι δύο περιπτώσεις πλήρους χρησιμοποίησης των διαλυμάτων να είναι ταυτόχρονα αποδεκτές... Τότε θα δίνουν ίδια απάντηση)