

Αντιδράσεις που πραγματοποιούνται –Εύρεση pH στο τελικό διάλυμα

Διάσταση NaOH	NaOH	→	Na ⁺ + OH ⁻
Τέλος	–		0,1 0,1 M
Ιοντισμός RNH ₂	RNH ₂ + H ₂ O	⇌	RNH ₃ ⁺ + OH ⁻
Χημική ισορροπία	0,1 – ω		ω 0,1 + ωM

Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος στα OH⁻ από την ισχυρή βάση NaOH στην ασθενή βάση RNH₂

$$\text{Ισχύει } K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}$$

$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_b = \frac{(0,1 + \omega) \omega}{0,1 - \omega} \Rightarrow \omega = 10^{-5} \quad (\text{Ισχύει } K_b/C < 10^{-2} \text{ και } \omega \ll C_{\alpha}, C_{\beta})$$

Το pH στο τελικό διάλυμα θα υπολογιστεί από την ισχυρή βάση NaOH :

$$\text{Οπότε } [\text{OH}^-] = 0,1 + \omega = 0,1 + 10^{-5} = 0,1 \Rightarrow \text{pOH} = 1 \Rightarrow \text{pH} = 13$$

ΑΣΑΦΕΙΑ – ΠΑΓΙΔΑ

Όταν λέει η εκφώνηση να γραφούν όλες οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων πρέπει να γραφούν και ο ιοντισμός του νερού $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ και η διάσταση $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

ΘΕΜΑ 2001 (ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ)

Σε υδατικό διάλυμα (Α) 1M όγκου 100 mL ο βαθμός ιοντισμού της C₂H₅NH₂ είναι α = 0,01.

α) Να υπολογίσετε την τιμή του pH του διαλύματος (Α) στους 25 °C.

β) Αν το διάλυμα (Α) αραιωθεί σε 100πλάσιο όγκο με νερό σε σταθερή θερμοκρασία 25°C, να υπολογίσετε την τιμή του pH του νέου διαλύματος (Β).

γ) Ποιος όγκος αερίου HCl (σε στρ) πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα (Β) (χωρίς αύξηση του όγκου του διαλύματος) ώστε το τελικό διάλυμα (Γ) που προκύπτει να είναι ρυθμιστικό με τιμή pH = 10.

Λύση:

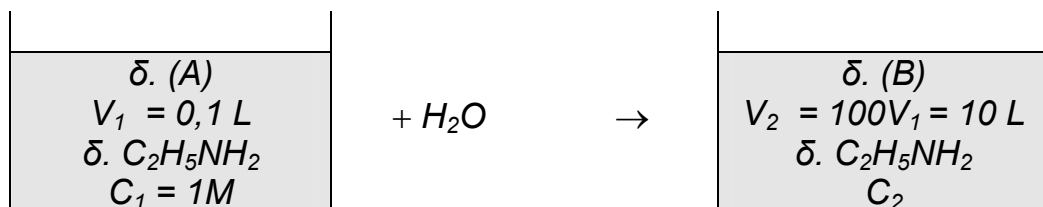
α) Υπολογισμός pH του διαλύματος (Α)

Ιοντισμός C ₂ H ₅ NH ₂	αιθυλαμίνης	C ₂ H ₅ NH ₂ + H ₂ O	⇌	C ₂ H ₅ NH ₃ ⁺ + OH ⁻
Χημική ισορροπία		1 – x		x xM

$$\text{Βαθμός ιοντισμού } \alpha = 0,01 = \frac{x}{C} \Rightarrow x = [\text{OH}^-] = \alpha \cdot C \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,01 \cdot 1 = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{Οπότε } \text{pOH} = 2 \Rightarrow \text{pH} = 12$$

$$\text{Υπολογισμός } K_b = \frac{x^2}{1-x} \approx \frac{x^2}{1} = (10^{-2})^2 = 10^{-4} \quad (\text{Ισχύει } K_b/C < 10^{-2} \text{ και } x \ll C_\beta)$$

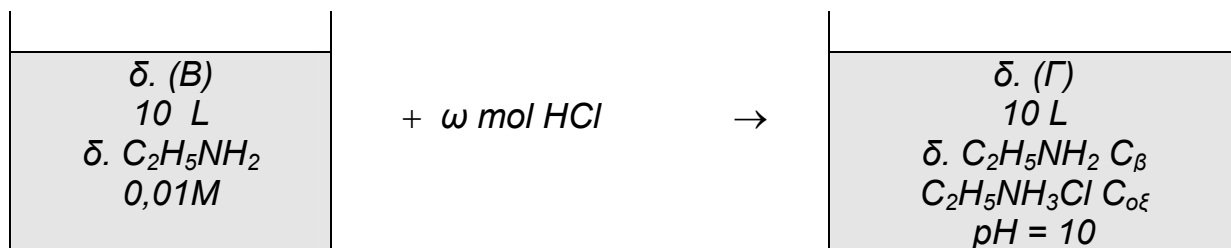
β) Αραίωση του διαλύματος (Α)

Από τον τύπο της αραίωσης $C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow 1M \cdot 0,1 \text{ L} = C_2 \cdot 10 \text{ L} \Rightarrow C_2 = 0,01 \text{ M}$

Ιοντισμός αιθυλαμίνης	$C_2H_5NH_2$	$C_2H_5NH_2 + H_2O$	\rightleftharpoons	$C_2H_5NH_3^+$	$+ OH^-$
Χημική ισορροπία	$0,01 - \varphi$			φ	φM

$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_b = \frac{\varphi^2}{0,01 - \varphi} \approx \frac{\varphi^2}{0,01} \Rightarrow \varphi = [OH^-] = 10^{-3} \Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow pH = 11$$

(Ισχύει $K_b/C < 10^{-2}$ και $\varphi \ll C_\beta$)

γ) Ανάμιξη με αντίδραση**i) Εύρεση αρ. mol**

αρ. mol $C_2H_5NH_2$: $0,01M \cdot 10L = 0,1 \text{ mol}$ αρ. mol HCl : $\omega \text{ mol}$

ii) Αντίδραση : Επειδή πρέπει να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα περισσεύει $C_2H_5NH_2$

	$C_2H_5NH_2$	$+ HCl$	\rightarrow	$C_2H_5NH_3Cl$
Αρχικά	$0,1 \text{ mol}$	$\omega \text{ mol}$		–
Αντιδρούν Παράγονται	$– \omega \text{ mol}$	$– \omega \text{ mol}$		$+ \omega \text{ mol}$
Τέλος	$0,1 - \omega$	–		$\omega \text{ mol}$

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (10 L)

Στα 10 L διάλυμα περιεχ.	$(0,1 - \omega) \text{ mol}$	$\omega \text{ mol}$	$C_2H_5NH_3Cl$
1 L	C_β ;		C_{ox} ;

$$C_2H_5NH_2 : C_\beta = \frac{0,1-\omega}{10} M, \quad C_2H_5NH_3Cl : C_{\alpha\xi} = \frac{\omega}{10} M$$

iv) Τελικό διάλυμα – Ρυθμιστικό διάλυμα

Διάσταση $C_2H_5NH_3Cl$	$C_2H_5NH_3Cl$	\rightarrow	$C_2H_5NH_3^+$	+	Cl^-
Χλωριούχο αιθυλαμμώνιο	–		$C_{\alpha\xi}$		$C_{\alpha\xi}$
Τέλος					
Ιοντισμός $C_2H_5NH_2$	αιθυλαμίνης $C_2H_5NH_2 + H_2O$	\rightleftharpoons	$C_2H_5NH_3^+$	+	OH^-
Χημική ισορροπία	$C_\beta - \psi$		$\psi + C_{\alpha\xi}$		ψM

$$\text{Επειδή } pH = 10 \Rightarrow pOH = 4 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4} M$$

$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_b = \frac{(C_{\alpha\xi} + \psi)\psi}{C_\beta - \psi} \approx \frac{C_{\alpha\xi} \cdot \psi}{C_\beta} \Rightarrow K_b = 10^{-4} = \frac{C_{\alpha\xi} \cdot 10^{-4}}{C_\beta} \Rightarrow C_\beta = C_{\alpha\xi}$$

$$\Rightarrow \frac{0,1-\omega}{10} = \frac{\omega}{10} \Rightarrow \omega = 0,05 \text{ mol} \quad (\text{Ισχύει } K_b/C < 10^{-2} \text{ και } \psi \ll C_{\alpha\xi}, C_\beta)$$

Αρα, στο διάλυμα (B) της αιθυλαμίνης $C_2H_5NH_2$ θα πρέπει να προστεθούν $0,05 \text{ mol HCl} = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ L}$.

0 Λύση με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$pK_b = -\log K_b = -\log 10^{-4} = 4 \Rightarrow pK_a = 14 - pK_b = 14 - 4 = 10$$

$$pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow 10 = 10 + \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow \log \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = 0 \Rightarrow \frac{C_\beta}{C_{\alpha\xi}} = 1 \Rightarrow C_\beta = C_{\alpha\xi}$$

$$\Rightarrow \frac{0,1-\omega}{10} = \frac{\omega}{10} \Rightarrow \omega = 0,05 \text{ mol}$$

ΘΕΜΑ 2001 (ΕΣΠΕΡΙΝΑ)

Δίνεται ρυθμιστικό διάλυμα (Δ) που περιέχει NH_3 0,1 M και NH_4Cl 0,1 M.

α. Να βρείτε το pH του διαλύματος Δ.

β. Σε όγκο 1 L του διαλύματος Δ προστίθεται 1 L H_2O .

Να βρείτε το pH του διαλύματος που προκύπτει.

γ. Σε όγκο 3 L του αρχικού διαλύματος Δ προστίθενται 0,1 mol HCl χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Να βρείτε τη $[H_3O^+]$ του νέου διαλύματος.

Δίνονται: Για την NH_3 : $K_b = 10^{-5}$ (στους 25 °C). $K_w = 10^{-14}$ (στους 25 °C).

Λύση:

α) Εύρεση pH ρυθμιστικού διαλύματος

Διάσταση NH_4Cl	$C_{\alpha\xi} = 0,1 M$	NH_4Cl	\rightarrow	NH_4^+	+	Cl^-
Τέλος		–		$C_{\alpha\xi}$		$C_{\alpha\xi}$
Ιοντισμός NH_3	$C_\beta = 0,1 M$	$NH_3 + H_2O$	\rightleftharpoons	NH_4^+	+	OH^-

Χημική ισορροπία	$C_\beta - x$	$C_{o\xi} + x$	x
------------------	---------------	----------------	-----

$$\text{Αντικαθιστούμε } K_b = \frac{(C_{o\xi} + x)x}{C_\beta - x} = \frac{(0,1 + x)x}{0,1 - x} \approx \frac{0,1 \cdot x}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5}$$

(Ισχύει $K_b/C < 10^{-2}$ και $x \ll C_{o\xi}, C_\beta$)

δηλαδή $[OH^-] = 10^{-5} M \Rightarrow pOH = -\log 10^{-5} = 5$ και $pH = 14 - pOH = 14 - 5 \Rightarrow pH = 9$

Λύση με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$pK_b = -\log K_b = -\log 10^{-5} = 5 \Rightarrow pK_a = 14 - pK_b = 14 - 5 = 9$$

$$pH = pK_a + \log \frac{C_\beta}{C_{o\xi}} \Rightarrow pH = 9 + \log \frac{0,1}{0,1} \Rightarrow pH = 9 + \log 1 \Rightarrow pH = 9$$

(Ισχύει $K_a/C_{o\xi} < 10^{-2}$ και $K_b/C_\beta < 10^{-2}$)

β) Αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>δ. (Δ) $V_1 = 1 L$ δ. NH_3 $C_\beta = 0,1 M$ NH_4Cl $C_{o\xi} = 0,1 M$</p> </div>	$+ 1 L H_2O$	\rightarrow	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>$V_2 = 2 L$ δ. NH_3 C_β NH_4Cl $C_{o\xi}$</p> </div>
---	--------------	---------------	---

Από τον τύπο της αραίωσης έχουμε

$$NH_3 : C_\beta V_1 = C_\beta' V_2 \Rightarrow C_\beta' = C_\beta / 2 = 0,1/2 M$$

$$NH_4Cl : C_{o\xi} V_1 = C_{o\xi}' V_2 \Rightarrow C_{o\xi}' = C_{o\xi} / 2 = 0,1/2 M$$

$$\text{Αντικαθιστούμε } K_b = \frac{(C_{o\xi}' + x)x}{C_\beta' - x} \approx \frac{\frac{0,1}{2} \cdot [OH^-]}{\frac{0,1}{2}} \Rightarrow x = [OH^-] = 10^{-5} \Rightarrow pOH = 5 \Rightarrow$$

pH = 9

(Ισχύει $K_b/C < 10^{-2}$ και $x \ll C_{o\xi}, C_\beta$)

Παρατηρούμε ότι το pH του ρυθμιστικού διαλύματος δεν παρουσιάζει αλλαγή όταν αραιωθεί με νερό

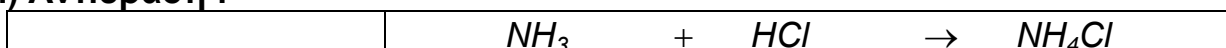
γ) Άμυνα ρυθμιστικού διαλύματος

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>δ. (Δ) $3 L$ δ. NH_3 $0,1 M$ NH_4Cl $0,1 M$</p> </div>	$+ 0,1 mol HCl$	\rightarrow	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>$3 L$ δ. NH_3 NH_4Cl $[H_3O^+] = ;$</p> </div>
--	-----------------	---------------	---

i) Εύρεση αρ. mol

$$\text{αρ. mol } NH_3 : 0,1 M \cdot 3 L = 0,3 \text{ mol} \quad \text{αρ. mol } NH_4Cl : 0,1 M \cdot 3 L = 0,3 \text{ mol} \quad \text{αρ. mol } HCl : 0,1 \text{ mol}$$

ii) Αντίδραση :



Αρχικά		0,3 mol	0,1 mol	0,3 mol
Αντιδρούν	–	– 0,1 mol	– 0,1 mol	+ 0,1 mol
Παράγονται				
Τέλος		0,2 mol	–	0,4 mol

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (3L)

Στα 3L διάλυμα περιεχ.	0,2 mol NH_3	0,4 mol NH_4Cl
1 L	C_β ;	$C_{οξ}$;

$$\text{NH}_3 : C_\beta = \frac{0,2}{3} \text{ M}, \quad \text{NH}_4\text{Cl} : C_{οξ} = \frac{0,4}{3} \text{ M}$$

iv) Τελικό διάλυμα – Ρυθμιστικό διάλυμα – Εύρεση $[\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\text{NH}_3 : C_\beta = \frac{0,2}{3} \text{ M}, \quad \text{NH}_4\text{Cl} : C_{οξ} = \frac{0,4}{3} \text{ M}$$

Διάσταση NH_4Cl	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$	
Τέλος	–	$C_{οξ} \quad C_{οξ}$
Ιοντισμός NH_3	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	
Χημική ισορροπία	$C_\beta - \psi$	$\psi + C_{οξ} \quad \psi \text{ M}$

Αντικαθιστούμε στην $K_b = \frac{(C_{οξ} + \psi)\psi}{C_\beta - \psi} \approx \frac{C_{οξ} \cdot \psi}{C_\beta} \Rightarrow K_b = 10^{-5} = \frac{\frac{0,2}{3} \cdot [\text{OH}^-]}{\frac{0,4}{3}} \Rightarrow$

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{και } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5}} = \frac{10^{-9}}{2} = 5 \cdot 10^{-10}$$

(Ισχύει $K_b/C < 10^{-2}$ και $\psi \ll C_{οξ}, C_\beta$)

ΘΕΜΑ 2001(ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ) Ογκομέτρηση – δείκτες

100mL διαλύματος Δ_1 που περιέχει NH_3 ογκομετρούνται με διάλυμα HNO_3 0,2M παρουσία κατάλληλου δείκτη.

Για την πλήρη εξουδετέρωση της NH_3 απαιτούνται 50mL διαλύματος HNO_3 , οπότε προκύπτει τελικό διάλυμα Δ_2 .

α. Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται, και να εξετάσετε, αν το διάλυμα Δ_2 , είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, γράφοντας τη χημική εξίσωση της ισορροπίας που αποκαθίσταται σε αυτό.

β. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση σε $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ του αρχικού διαλύματος Δ_1 σε NH_3 , καθώς και το pH αυτού.

γ. i. Να υπολογίσετε την τιμή του pH του διαλύματος που προκύπτει μετά την προσθήκη

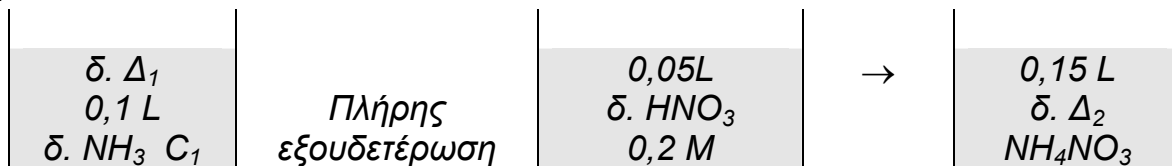
25 mL διαλύματος HNO_3 0,2M, στα 100mL του διαλύματος Δ_1 .

ii. Να βρεθεί το χρώμα που θα έχει τότε το διάλυμα, αν δίνονται ότι:

– ο δείκτης είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ ΗΔ.

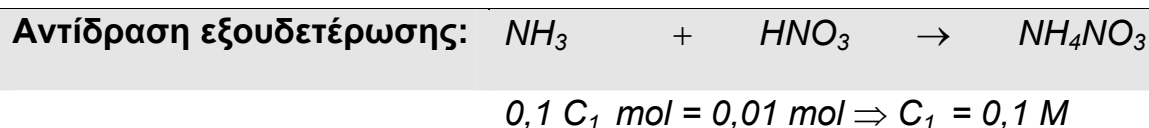
- το χρώμα των μορίων του δείκτη ΗΔ είναι κόκκινο και επικρατεί όταν $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} \geq 10$
- το χρώμα των ιόντων Δ^- του δείκτη είναι κίτρινο και επικρατεί όταν $\frac{[\Delta^-]}{[H\Delta]} \geq 10$
- Δίνονται ότι όλα τα διαλύματα είναι υδατικά, στους 25° C και $K_b(NH_3) = 10^{-5}$, $K_a(H\Delta) = 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$.

Λύση :

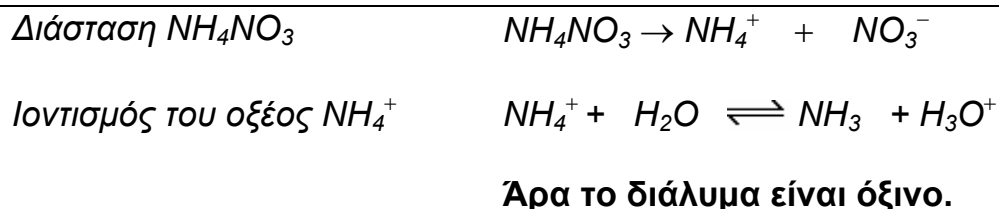


Εύρεση αρ. mol αρ. mol NH_3 : $0,1 C_1 \text{ mol}$
 $0,01 \text{ mol}$

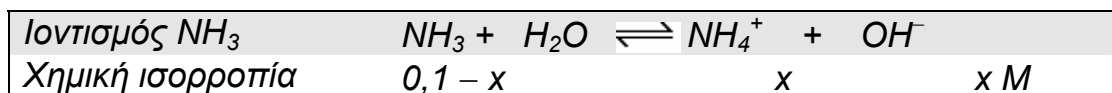
αρ. mol HNO_3 : $0,2 \text{ M} \cdot 0,05 \text{ L} =$



α) Εύρεση αν το διάλυμα Δ_2 είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο

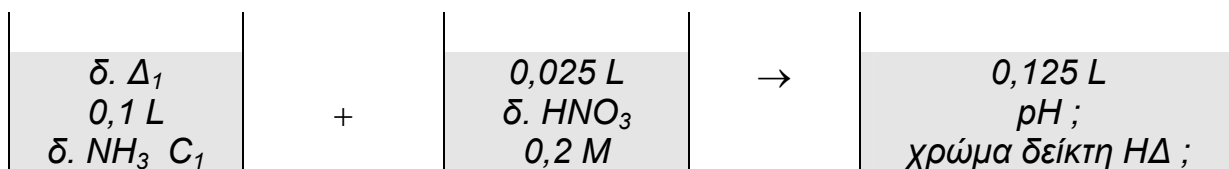


β) Υπολογισμός pH αρχικού διαλύματος NH_3 0,1 M



Αϊδέέάέέόόϊύμε στην $K_b = 10^{-5} = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 10^{-6} \Rightarrow x = [OH^-] = 10^{-3} \Rightarrow$
 $\Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow pH = 11$ (Ισχύει $K_b/C < 10^{-2}$ και $x \ll C_\beta$)

γ) Ανάμιξη με αντίδραση :



ι) Εύρεση αρ. mol

$$\text{αρ. mol NH}_3 : 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{αρ. mol HNO}_3 : 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

ii) Αντίδραση :

	NH_3	+	HNO_3	\rightarrow	NH_4NO_3
Αρχικά	$10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$0,3 \text{ mol}$
Αντιδρούν Παράγονται	$- 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$- 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$+ 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
Τέλος	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		–		$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (0,125L)

Στα 0,125L διάλυμα περιεχ. $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol NH}_3$	$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$	
1 L	C_β ;	$C_{οξ}$;

$$\text{NH}_3 : C_\beta = 0,04 \text{ M},$$

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 : C_{οξ} = 0,04 \text{ M}$$

iv) Τελικό διάλυμα – Ρυθμιστικό διάλυμα – Εύρεση pH

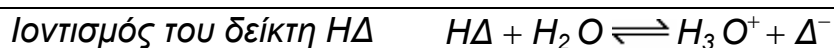
Διάσταση NH_4Cl	$\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$
Τέλος	– $C_{οξ}$ $C_{οξ}$
Ιοντισμός NH_3	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
Χημική ισορροπία	$C_\beta - \psi$ $C_{οξ} + \psi$ $\psi \text{ M}$

$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_b = \frac{(C_{οξ} + \psi)\psi}{C_\beta - \psi} \approx \frac{C_{οξ} \cdot \psi}{C_\beta} \Rightarrow K_b = 10^{-5} = \frac{0,04 \cdot [\text{OH}^-]}{0,04} \Rightarrow [\text{OH}^-] =$$

$$10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 9 \quad (\text{ισχύει } K_b/C < 10^{-2} \text{ και } \psi \ll C_{οξ}, C_\beta)$$

Εύρεση χρώματος του δείκτη



$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_{\text{H}\Delta} = 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]}$$

$$\text{Χρώμα κόκκινο} : \frac{[\text{H}\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{10^{-5}} \geq 10 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \geq 10^{-4} \Rightarrow \text{pH} \leq 4$$

$$\text{Χρώμα κίτρινο} : \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = \frac{10^{-5}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \geq 10 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] \leq 10^{-6} \Rightarrow \text{pH} \geq 6$$

Επειδή το διάλυμα έχει $\text{pH} = 9 > 6$ ο δείκτης θα είναι κίτρινος.

ΘΕΜΑ 2001(ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ– ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ):

Σύγκριση ισχυρού– ασθενούς οξέος – Ανάμιξη με αντίδραση – Διερεύνηση
Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα:

Το διάλυμα Δ₁, που περιέχει HCl συγκέντρωσης 10⁻³M.

Το διάλυμα Δ₂, που περιέχει το οξύ HA συγκέντρωσης 1M και στο οποίο ισχύει
[H₃O⁺]=10⁹[OH⁻].

i. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, να απαντήσετε στα ερωτήματα που ακολουθούν.

α.1. Ποιο από τα δύο διαλύματα είναι περισσότερο όξινο;

α.2. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β.1. Το οξύ HA είναι ισχυρό ή ασθενές;

β.2. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ii. Πόσα mL H₂O πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL του διαλύματος Δ₁, για να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα;

iii. Πόσα mL υδατικού διαλύματος NaOH 0,01M πρέπει να προσθέσουμε σε 11 mL του διαλύματος Δ₂, για να προκύψει διάλυμα με pH = 4;

Δίνεται ότι $K_w = 10^{-14}$

Λύση:

δ. Δ ₁ δ. HCl 10 ⁻³ M

δ. Δ ₂ δ. HA 1 M

δ. Δ ₁ ιοντισμός HCl	HCl + H ₂ O → H ₃ O ⁺ + Cl ⁻
Τέλος	– 10 ⁻³ M ⇒ pH = 3

δ.Δ ₂ διάλυμα οξέος HA 1 M	Ισχύουν οι σχέσεις [H ₃ O ⁺] = 10 ⁹ [OH ⁻] (1) και [H ₃ O ⁺][OH ⁻] = 10 ⁻¹⁴ (2)
	Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει [H ₃ O ⁺] ² = 10 ⁻⁵ ⇒ ⇒ [H ₃ O ⁺] = 10 ^{-2,5} ⇒ pH = 2,5

ι)α₁ : Περισσότερο όξινο είναι το διάλυμα Δ₂

α₂ : Περισσότερο όξινο είναι το διάλυμα Δ₂ επειδή έχει μεγαλύτερη [H₃O⁺] και το μικρότερο pH

β₁ : Το οξύ HA είναι ασθενές

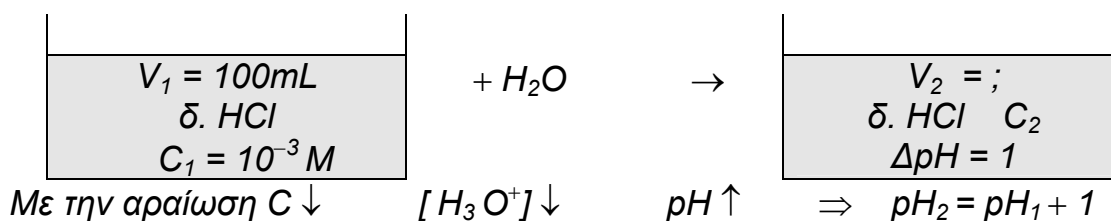
β₂: Αν το οξύ HA ήταν ισχυρό τότε [H₃O⁺] = 1M > 10^{-2,5}M

Υπολογισμός K_a του ασθενούς οξέος HA

Ιοντισμός ασθενούς οξέος HA	$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$
Χημική ισορροπία	$1-x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad \qquad xM$

$$K_a = \frac{x^2}{1-x} \approx \frac{x^2}{1} = (10^{-2,5})^2 = 10^{-5} \quad (\text{Ισχύει } K_a/C < 10^{-2} \text{ και } x \ll C_{\text{οξ}})$$

II) Μεταβολή pH με αραίωση διαλύματος ισχυρού οξέος



Πριν την αραίωση $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ $C_1 M \qquad \qquad C_1 = 10^{-3} M$ Οπότε το αρχικό διάλυμα έχει pH = 3	Μετά την αραίωση $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ $C_2 M \qquad \qquad C_2$ $pH_2 = pH_1 + 1 = 3 + 1 = 4 \Rightarrow -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-4} \Rightarrow C_2 = [H_3O^+]_2 = 10^{-4} M$
---	--

Από τον τύπο της αραίωσης $C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 10^{-3} M \cdot 100\text{mL} = 10^{-4} M \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 1000\text{mL}$

Άρα πρέπει να προσθέσουμε $1000 - 100 \text{ mL} = 900 \text{ mL}$ νερό

III) Ανάμιξη με αντίδραση –Διερεύνηση

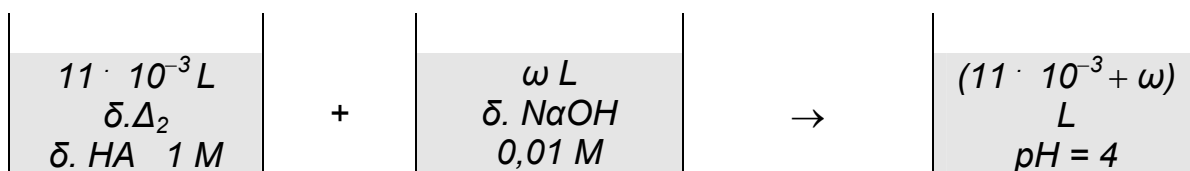
1. Πλήρης αντίδραση $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

Το NaA περιέχει την βάση A^- : $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$ οπότε $pH > 7$ απορρίπτεται.

2. Από την αντίδραση $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

Να περισσεύει NaOH οπότε μαζί με το NaA είναι δύο βάσεις που δίνουν $pH > 7$ απορρίπτεται.

3. Άρα περισσεύει HA και έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα HA – NaA



i) Εύρεση αρ. mol αρ. mol HA : $11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ αρ. mol NaOH : $10^{-2} \omega \text{ mol}$

ii) Αντίδραση :

	HA	+	NaOH	\rightarrow	NaA	+	H ₂ O
Αρχικά	$11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		$10^{-2} \omega \text{ mol}$				

Αντιδρούν Παράγονται	–	$-10^{-2} \omega \text{ mol}$	$-10^{-2} \omega \text{ mol}$	$10^{-2} \omega \text{ mol}$
Τέλος		$11 \cdot 10^{-3} - 10^{-2} \omega \text{ mol}$	–	$10^{-2} \omega \text{ mol}$

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα

$$HA : C_{ox} = \frac{11 \cdot 10^{-3} - 10^{-2} \cdot \omega}{11 \cdot 10^{-3} + \omega} M, \quad NaA : C_{\beta} = \frac{10^{-2} \cdot \omega}{11 \cdot 10^{-3} + \omega} M$$

iv) Τελικό διάλυμα – Ρυθμιστικό διάλυμα

Διάσταση NaA	NaA	→	Na ⁺ + A ⁻
Τέλος	–		C _β C _β
Ιοντισμός HA	HA + H ₂ O	⇌	H ₃ O ⁺ + A ⁻
Χημική ισορροπία	C _{ox} – x		x x + C _β

$$K_a = \frac{(C_{\beta} + x) \cdot x}{C_{ox} - x} \approx \frac{C_{\beta} \cdot [H_3O^+]}{C_{ox}} \Rightarrow K_a \cdot C_{ox} = C_{\beta} \cdot [H_3O^+] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^{-5} \frac{11 \cdot 10^{-3} - 10^{-2} \cdot \omega}{11 \cdot 10^{-3} + \omega} = \frac{10^{-2} \cdot \omega}{11 \cdot 10^{-3} + \omega} \cdot 10^{-4} \Rightarrow 11 \cdot 10^{-3} - 10^{-2} \omega = 10^{-1} \omega \Rightarrow$$

$$\omega = 0,1 \text{ L (Ισχύει } K_a/C < 10^{-2} \text{ και } x \ll C_{ox}, C_{\beta})$$

ΘΕΜΑ 2001 (ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ–ΕΣΠΕΡΙΝΑ)

Ανάμιξη με αντίδραση – Ρυθμιστικό διάλυμα

Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁ υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης 0,1 M.Διάλυμα Δ₂ αμμωνίας (NH₃) συγκέντρωσης 0,4 M.

Να υπολογίσετε:

α. Το pH του διαλύματος Δ₁.β. Τη [OH⁻] στο διάλυμα Δ₂.γ. Το pH του διαλύματος Δ₃ που προκύπτει από την ανάμιξη 200 mL του διαλύματος Δ₁ με 100 mL του διαλύματος Δ₂.Δίνονται: K_w = 10⁻¹⁴ και η σταθερά ιοντισμού της NH₃: K_b = 10⁻⁵.

Λύση:

δ. Δ ₁ δ. HCl 0,1 M

δ. Δ ₂ δ. NH ₃ 0,4 M
--

α) Εύρεση pH διαλύματος HCl

$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_b = \frac{(C_{\text{oξ}} + x)x}{C_{\beta} - x} \approx \frac{C_{\text{oξ}} \cdot x}{C_{\beta}} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{\frac{0,02}{0,3} [\text{OH}^-]}{\frac{0,02}{0,3}} \Rightarrow$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \Rightarrow p\text{OH} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 9 \quad (\text{ισχύει } K_b/C < 10^{-2} \text{ και } x \ll C_{\text{oξ}}, C_{\beta})$$

Λύση με την εξίσωση Henderson – Hasselbalch

$$pK_b = -\log K_b = -\log 10^{-5} = 5 \Rightarrow pK_a = 14 - pK_b = 14 - 5 = 9$$

$$\text{pH} = pK_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_{\text{oξ}}} \Rightarrow \text{pH} = 9 + \log \frac{\frac{0,02}{0,3}}{\frac{0,02}{0,3}} \Rightarrow \text{pH} = 9 + \log 1 \Rightarrow \text{pH} = 9$$