

**ΘΕΜΑ 2000****Αλάτι – Αραίωση – Ανάμιξη με αντίδραση– Ρυθμιστικό διάλυμα****Υδατικό διάλυμα αιθανικού νατρίου ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) 0,1 M όγκου 2L (διάλυμα  $\Delta_1$ ) έχει  $\text{pH}=9$** **α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού  $K_a$  του αιθανικού οξέος.****β) Στο 1 L από διάλυμα  $\Delta_1$  προστίθενται 99L νερού, οπότε προκύπτει το διάλυμα  $\Delta_2$ .****Να υπολογίσετε το  $\text{pH}$  του διαλύματος  $\Delta_2$** **γ) Στο υπόλοιπο 1 L από το διάλυμα  $\Delta_1$  διαλύοντας 0,05 mol υδροχλωρίου ( $\text{HCl}$ ), χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος, οπότε προκύπτει το διάλυμα** **$\Delta_3$ .****Να υπολογίσετε το  $\text{pH}$  του διαλύματος.****Όλα τα παραπάνω διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$ . Δίνεται :  $K_w=10^{-14}$ .**

Λύση:

Διάσταση $\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
Τέλος	– 0,1M 0,1M
Ιοντισμός $\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
Χημική ισορροπία	0,1 – x x x

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

$$K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow K_b = \frac{(10^{-5})^2}{0,1} = 10^{-9}$$

$$\text{Αλλά } K_b = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \quad (\text{Ισχύει } K_b/C < 10^{-2} \text{ και } x \ll C)$$

β) Αραίωση με νερό του διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 

$\delta.\Delta_1 \quad V_1 = 1 \text{ L}$ $\delta. \text{CH}_3\text{COONa}$ $C_1 = 0,1 \text{ M}$	+ 99 L $\text{H}_2\text{O}$	→	$\delta.\Delta_2 \quad V_2 = 100 \text{ L}$ $\delta. \text{CH}_3\text{COONa}$ $C_2$ $\text{pH} = ;$
---	-----------------------------	---	--

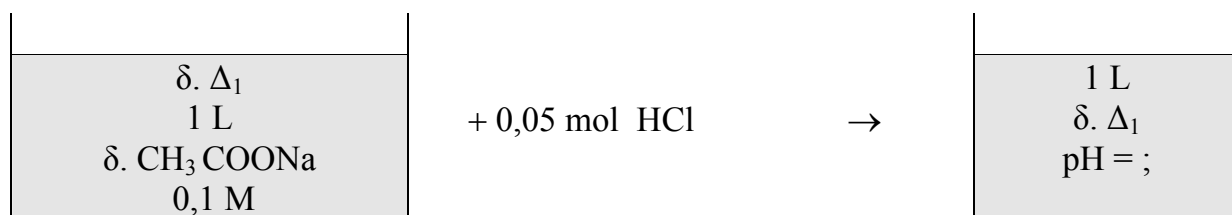
$$\text{Από τον τύπο της αραίωσης } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 0,1 \text{ M} \cdot 1 \text{ L} = C_2 \cdot 100 \text{ L} \Rightarrow C_2 = 10^{-3} \text{ M}$$

Διάσταση $\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
Τέλος	– $10^{-3} \text{ M}$ $10^{-3} \text{ M}$
Ιοντισμός $\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
Χημική ισορροπία	$10^{-3} - \omega \quad \text{M}$ $\omega$ $\omega$

$$K_b = 10^{-9} = \frac{\omega^2}{10^{-3} - \omega} \approx \frac{\omega^2}{0,1} \Rightarrow \omega = [\text{OH}^-] = 10^{-6} \Rightarrow \text{pOH} = 6 \Rightarrow \text{pH} = 8$$

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

γ) Ανάμιξη με αντίδραση:



i) Εύρεση αρ. mol

αρ. mol  $\text{CH}_3\text{COONa}$  :  $0,1\text{M} \cdot 1\text{L} = 0,1 \text{ mol}$

αρ. mol  $\text{HCl}$  :  $0,05 \text{ mol}$

ii) Αντίδραση :

	$\text{CH}_3\text{COONa}$	$+ \text{HCl}$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$
Αρχικά	0,1 mol	0,05 mol	–
Αντιδρούν Παράγονται	– 0,05 mol	– 0,05 mol	+ 0,05 mol
Τέλος	0,05 mol	–	0,05 mol

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό διάλυμα (1L)

$\text{CH}_3\text{COONa}$  :  $C_\beta = 0,05 \text{ M}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  :  $C_{\alpha\xi} = 0,05 \text{ M}$

iv) Εύρεση pH στο τελικό ρυθμιστικό διάλυμα

Διάσταση $\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
Τέλος	– $C_\beta$ $C_\beta$
Ιοντισμός $\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Χημική ισορροπία	$C_{\alpha\xi} - \psi$ $\psi + C_\beta$ $\psi\text{M}$

$$\text{Αντικαθιστούμε στην } K_a = \frac{(C_\beta + \psi)\psi}{C_{\alpha\xi} - \psi} \approx \frac{C_\beta \cdot \psi}{C_{\alpha\xi}} \Rightarrow K_a = 10^{-5} = \frac{0,05 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,05} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] =$$

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

$$\Rightarrow \text{pH} = 5 \quad (\text{Ισχύει } K_a/C_{\alpha\xi} < 10^{-2} \text{ οπότε } \psi \ll C_\beta, C_{\alpha\xi})$$

#### ΘΕΜΑ 2000 (ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ)

Διαλύουμε 0,1 mol αερίου  $\text{HCl}$  στο νερό, οπότε προκύπτει υδατικό διάλυμα  $\Delta_1$  όγκου 1 L .

Ένα άλλο υδατικό διάλυμα  $\Delta_2$  περιέχει  $\text{CH}_3\text{COOH}$  συγκέντρωσης 0,1 M με pH =3.

α) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος  $\Delta_1$ .

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού  $K_a$  του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και το λόγο  $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

στο διάλυμα  $\Delta_2$ .

γ) Σε 1 L του υδατικού διαλύματος Δ<sub>2</sub> διαλύονται 0,1 mol αερίου HCl χωρίς μεταβολή του όγκου,

οπότε προκύπτει διάλυμα Δ<sub>3</sub>. Να υπολογίσετε την τιμή του λόγου  $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$  στο Δ<sub>3</sub>

και να

εκτιμήσετε αν ο ιοντισμός του CH<sub>3</sub>COOH αυξάνεται, ελαττώνεται ή παραμένει σταθερός σε

σχέση με το Δ<sub>2</sub>.

Όλα τα παρακάτω διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C.

Λύση:

δ. Δ <sub>1</sub> δ. HCl 0,1 M
--------------------------------------

δ. Δ <sub>2</sub> δ. CH <sub>3</sub> COOH 0,1M pH = 3
---

α) Υπολογισμός pH στο διάλυμα Δ<sub>1</sub>

Ιοντισμός HCl	HCl + H <sub>2</sub> O →	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup>
Τέλος	–	0,1 M ⇒ pH = 1

β) Υπολογισμός K<sub>a</sub> του CH<sub>3</sub>COOH

Ιοντισμός ασθενούς οξέος	CH <sub>3</sub> COOH + H <sub>2</sub> O ⇌	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
Χημική ισορροπία	0,1 – x	x xM

Αντικατάσταση στη  $K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = \frac{(10^{-3})^2}{0,1} = 10^{-5}$  (Ισχύει  $K_a/C < 10^{-2}$  και  $x \ll C$ )

Βαθμός ιοντισμού  $\alpha_1 = \frac{10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-2}$

Επίσης υπολογισμός του πηλίκου:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot 10^{-3}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 10^{-2}$$

γ) Επίδραση κοινού ιόντος ισχυρού οξέος σε ασθενές οξύ:

δ. Δ <sub>2</sub> 1 L δ. CH <sub>3</sub> COOH 0,1 M	+ 0,1 mol HCl	→	1 L δ. Δ <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> COOH 0,1 M HCl 0,1M
--	---------------	---	--

Ιοντισμός HCl	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$		
Τέλος	0,1 M		
Ιοντισμός ασθενούς οξέος CH <sub>3</sub> COOH	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$		
Χημική ισορροπία	0,1 – φ	φ	φ M

Αντικατάσταση στη  $K_a = \frac{(\varphi + 0,1) \cdot \varphi}{0,1 - \varphi} \approx \frac{0,1 \cdot \varphi}{0,1} = \varphi = 10^{-5}$  (Ισχύει  $K_a/C < 10^{-2}$  και  $\varphi \ll C$ )

Το pH του διαλύματος υπολογίζεται από το ισχυρό οξύ HCl και είναι **pH = 1**

**Βαθμός ιοντισμού  $\alpha_1 = \frac{\varphi}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-1}} = 10^{-4}$**  παρατηρούμε ότι λόγω της επίδρασης κοινού ιόντος

$\text{H}_3\text{O}^+$  έχουμε μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά οπότε μειώνεται ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος.

**Υπολογισμός του πηλίκου:**

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot 10^{-1}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 10^{-4} \text{ παρατηρούμε}$$

ότι λόγω της επίδρασης κοινού ιόντος  $\text{H}_3\text{O}^+$  έχουμε μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά οπότε μειώνεται η συγκέντρωση των  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  στο διάλυμα.

#### ΘΕΜΑ 2000 (ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ) Ασθενής βάση $\text{NH}_3$ – Αλάτι $\text{NH}_4\text{Cl}$

Διαθέτουμε ένα υδατικό διάλυμα Δ<sub>1</sub> όγκου 1 L που περιέχει  $\text{NH}_3$  συγκέντρωσης 0,1 M.

α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση του ιοντισμού της  $\text{NH}_3$  στο νερό και να χαρακτηρίσετε τις τέσσερις χημικές ουσίες που υπάρχουν σε αυτή, ως οξέα ή ως βάσεις, σύμφωνα με την θεωρία

των Bronsted – Lowry.

β) Αν η συγκέντρωση των ιόντων αμμωνίου στο διάλυμα Δ<sub>1</sub> είναι  $[\text{NH}_4^+] = 10^{-3} \text{ M}$ , να υπολογίσετε το pH του διαλύματος και τη σταθερά ιοντισμού  $K_b$  της  $\text{NH}_3$ .

γ) Σε 1 L του υδατικού διαλύματος Δ<sub>1</sub> διαλύονται 0,1 mol αερίου HCl, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ<sub>2</sub>

όγκου 1 L. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ<sub>2</sub>.

Για τα παρακάτω διαλύματα δίνεται :  $K_w = 10^{-14}$ .

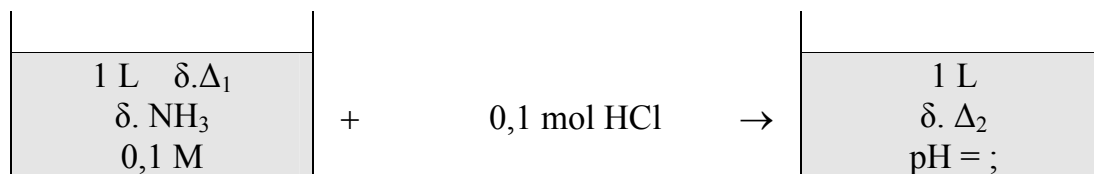
**Λύση :**

α) **Ιοντισμός  $\text{NH}_3$  :**

	Βάση	Οξύ	Συζυγές οξύ	Συζυγής βάση
Ιοντισμός	$\text{NH}_3$	$+$	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
Χημική Ισορροπία	0,1 – x M		x M	x M

β) Αντικαθιστούμε στην  $K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = \frac{10^{-6}}{10^{-1}} \Rightarrow K_b = 10^{-5}$  (Ισχύει  $K_b/C < 10^{-2}$  και  $x \ll C$ )

γ) Ανάμιξη με αντίδραση



i) Εύρεση mol : αρ. mol NH<sub>3</sub> = 0,1 mol αρ. mol HCl = 0,1 mol

ii) Αντίδραση :

	NH <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> Cl	+ HCl	→
Αρχικά	0,1 mol	0,1 mol	–
Αντιδρούν – Παράγονται	– 0,1 mol	– 0,1 mol	+ 0,1 mol
Τέλος	–	–	0,1 mol

iii) Εύρεση συγκέντρωσης στο τελικό διάλυμα (1 L) : NH<sub>4</sub>Cl : C<sub>οξ</sub> = 0,1 M

iv) Διάσταση NH<sub>4</sub>Cl - Εύρεση pH:

Διάσταση NH <sub>4</sub> Cl	NH <sub>4</sub> Cl	→	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+	Cl <sup>–</sup>
Τέλος	–		0,1M		0,1M

Ιοντισμός NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+	H <sub>2</sub> O	⇌	NH <sub>3</sub>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
Χημική ισορροπία	0,1 – φ M				φ		φ

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} = \frac{\varphi^2}{0,1-\varphi} \approx \frac{\varphi^2}{0,1} \Rightarrow \varphi^2 = 10^{-10} \Rightarrow \varphi = [H_3O^+] = 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 5$$

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

**ΘΕΜΑ 2000 (ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ– ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ)**

**Ισχυρή βάση NaOH – ασθενές οξύ HClO – Ρυθμιστικό διάλυμα**

**Υδατικό διάλυμα NaOH ( διάλυμα Α) έχει pH = 12.**

**Υδατικό διάλυμα HClO (διάλυμα Β) έχει συγκέντρωση  $10^{-2} \text{M}$ .**

**α. Ποια είναι η συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα Α;**

**β. Ποιος είναι ο βαθμός ιοντισμού του HClO και το pH του διαλύματος Β;**

**γ. Αναμειγνύουμε  $V_A$  mL του διαλύματος Α με  $V_B$  mL του διαλύματος Β και προκύπτει ρυθμιστικό**

**διάλυμα με pH = 8 . Να βρεθεί ο λόγος  $\frac{V_A}{V_B}$**

**Όλα τα παραπάνω διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία  $25^\circ \text{C}$ .**

**Δίνονται :  $K_w = 10^{-14}$  και  $K_a = 10^{-8}$ .**

**Λύση:**

<div>δ.Α</div> <div>δ. NaOH</div> <div>pH =12</div>
---

<div>δ.Β</div> <div>δ. HClO</div> <div><math>10^{-2} \text{M}</math></div>
--

**α) δ/μα Α: Εύρεση συγκέντρωσης του διαλύματος NaOH**

Διάσταση ισχυρής βάσης NaOH	NaOH $\rightarrow$ Na <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>
Τέλος	–	C	C

$$\text{pH} = 12 \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{M} = \text{C}$$

**β) δ/μα Β: Εύρεση βαθμού ιοντισμού και pH του HClO**

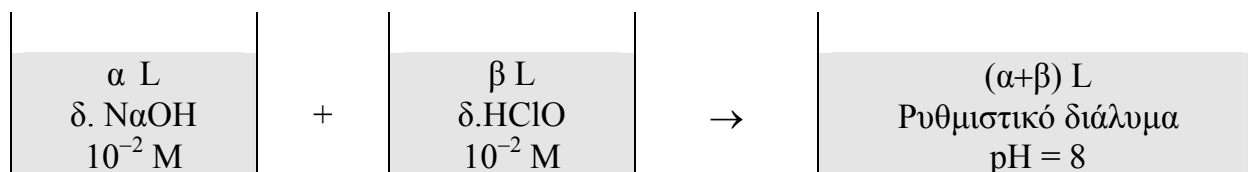
Ιοντισμός ασθενούς οξέος HClO	HClO	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	ClO <sup>-</sup>
Χημική ισορροπία	$10^{-2}$	–x					x
	x M						

$$K_a = \frac{x^2}{10^{-2} - x} \approx \frac{x^2}{10^{-2}} \Rightarrow 10^{-8} = \frac{x^2}{10^{-2}} \Rightarrow x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 5$$

(Ισχύει  $K_a/C < 10^{-2}$  και  $x \ll C$  )

$$\text{Βαθμός ιοντισμού } \alpha = \frac{x}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-3}$$

γ) Ανάμιξη με αντίδραση :



i) Εύρεση αρ. mol    αρ. mol NaOH :  $10^{-2} \alpha \text{ mol}$     αρ. mol HClO :  $10^{-2} \beta \text{ mol}$

ii) Αντίδραση :

	NaOH	+	HClO	→	NaClO + H <sub>2</sub> O
Αρχικά	$10^{-2} \alpha \text{ mol}$		$10^{-2} \beta \text{ mol}$		
Αντιδρούν Παράγονται	$- 10^{-2} \alpha \text{ mol}$		$- 10^{-2} \alpha \text{ mol}$		$+ 10^{-2} \alpha \text{ mol}$
Τέλος	–		$10^{-2} \beta - 10^{-2} \alpha \text{ mol}$		$10^{-2} \alpha \text{ mol}$

iii) Εύρεση συγκεντρώσεων στο τελικό ρυθμιστικό διάλυμα :

Στα $(\alpha + \beta) \text{ L}$ δ/μα περιέχ.	$(10^{-2} \beta - 10^{-2} \alpha) \text{ mol HClO}$	και	$\text{NaClO } 10^{-2} \alpha \text{ mol}$
στο 1 L	$C_{\alpha\xi}$		$C_{\beta}$

$$\text{HClO : } C_{\alpha\xi} = \frac{10^{-2} \cdot \beta - 10^{-2} \cdot \alpha}{\alpha + \beta} \text{ M, } \text{NaClO : } C_{\beta} = \frac{10^{-2} \cdot \alpha}{\alpha + \beta} \text{ M}$$

iv) Τελικό διάλυμα – Ρυθμιστικό διάλυμα

Διάσταση NaClO	NaClO	→	Na <sup>+</sup>	+	ClO <sup>-</sup>
Τέλος	–		$C_{\beta}$		$C_{\beta}$
Ιοντισμός HClO	HClO + H <sub>2</sub> O	⇌	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	ClO <sup>-</sup>
Χημική ισορροπία	$C_{\alpha\xi} - \varphi$		$\varphi$		$\varphi + C_{\beta}$

$$\text{Αντικατάσταση στην } K_a = \frac{(C_\beta + \varphi) \cdot \varphi}{C_{\alpha\beta} - \varphi} \approx \frac{C_\beta \cdot [H_3O^+]}{C_{\alpha\beta}} \Rightarrow K_a \cdot C_{\alpha\beta} = C_\beta \cdot [H_3O^+] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^{-8} \frac{10^{-2} \cdot \beta - 10^{-2} \cdot \alpha}{\alpha + \beta} = \frac{10^{-2} \cdot \alpha}{\alpha + \beta} \cdot 10^{-8} \Rightarrow 10^{-2} \beta - 10^{-2} \alpha = 10^{-2} \alpha \Rightarrow$$

$$10^{-2} \beta = 2 \cdot 10^{-2} \alpha \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{1}{2}$$

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