

Ενδεικτική επίλυση

α) Από τη θερμοχημική εξίσωση προκύπτει:

	CH ₃ COOH +	NaOH →	CH ₃ COONa +	H ₂ O	ΔH = -50 kJ/mol
αντιδρούν	γ mol		γ mol		
παράγονται			γ mol	γ mol	50γ kJ

Όμως ισχύει: $50 \cdot \gamma \text{ kJ} = 0,05 \text{ kJ} \Rightarrow \gamma = 0,001$

Συνεπώς σε όγκο $V_2 = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$ περιέχονται $n_2 = 0,001 \text{ mol}$ CH₃COOH. Η συγκέντρωση c_2 του διαλύματος Δ2 είναι:

$$c_2 = \frac{n_2}{V_2} = \frac{0,001 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,01 \text{ M}$$

Άρα το διάλυμα CH₃COOH έχει συγκέντρωση 0,01 M.

β) Στο διάλυμα Δ2 το CH₃COOH ιοντίζεται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση

M	CH ₃ COOH +	H ₂ O ⇌	CH ₃ COO ⁻ +	H ₃ O ⁺
αρχικά	0,01			
αντιδρούν	z			
παράγονται			z	z
χημική ισορροπία	0,01 - z ≈ 0,01		z	z

Δίνεται pH=3,5, άρα $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,5} \text{ M}$ και $z = 10^{-3,5}$.

Η σταθερά ιοντισμού του CH₃COOH δίνεται από τη σχέση:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{z^2}{0,01} \text{ M} = \frac{(10^{-3,5})^2}{0,01} \text{ M} = 10^{-5} \text{ M}$$

Η σταθερά ιοντισμού του CH₃COOH είναι: $K_a = 10^{-5} \text{ M}$

γ) Η αραιώση του διαλύματος οξέος με νερό θα οδηγήσει στην αύξηση του pH του διαλύματος, επομένως το pH του διαλύματος Δ3 θα γίνει 4, που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση οξωνίων: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$.

Από τη σχέση της σταθεράς ιοντισμού του CH₃COOH προσδιορίζουμε τη συγκέντρωση c_3 του CH₃COOH στο διάλυμα Δ3:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c_3} \Rightarrow c_3 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_a} = \frac{(10^{-4})^2}{10^{-5}} \text{ M} \Rightarrow c_3 = 10^{-3} \text{ M}$$

Έστω $V'_2 = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$ ο όγκος του διαλύματος Δ2 που αραιώθηκε και V' ο όγκος του νερού που προστέθηκε. Τότε από το νόμο της αραιώσης έχουμε:

$$c_2 \cdot V'_2 = c_3 \cdot (V'_2 + V') \Rightarrow V' = \frac{c_2 \cdot V'_2 - c_3 \cdot V'_2}{c_3} \Rightarrow V' = \frac{10^{-2} \cdot 0,2 - 10^{-3} \cdot 0,2}{10^{-3}} \text{ L} \Rightarrow$$

$$V' = 1,8 \text{ L}$$

Άρα πρέπει να προστεθούν 1,8 L νερό.

δ) Τα mol NaOH που υπάρχουν στα $V'_1 = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$ διαλύματος Δ1 είναι:

$$n_1 = c_1 \cdot V'_1 = 0,005 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,0005 \text{ mol}$$

Τα mol CH_3COOH που υπάρχουν στα $V_2 = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$ διαλύματος Δ2 είναι:

$$n_2 = c_2 \cdot V''_2 = 0,01 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,001 \text{ mol}$$

Με την ανάμειξη αντιδρούν μεταξύ τους και έχουμε:

mol	CH_3COOH	+	NaOH	\rightarrow	CH_3COONa	+	H_2O
αρχικά	0,001		0,0005				
αντιδρούν	0,0005		0,0005				
παράγονται					0,0005		
τελικά	0,0005		-		0,0005		

Οι συγκεντρώσεις των ουσιών στο τελικό διάλυμα Δ5 όγκου 0,2 L είναι:

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,0005 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,0025 \text{ M} \text{ και } c_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{0,0005 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,0025 \text{ M}$$

Το CH_3COONa δίσταται: $\text{CH}_3\text{COONa} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$. Το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό.

Το διάλυμα Δ4 (CH_3COOH 0,0025 M / CH_3COO^- 0,0025 M) είναι ρυθμιστικό, επειδή περιέχει το ασθενές οξύ και τη συζυγή του βάση σε ίσες συγκεντρώσεις και αφού ισχύουν οι συνήθεις προσεγγίσεις έχουμε:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_{\text{CH}_3\text{COO}^-}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 5 + \log \frac{0,0025}{0,0025} = 5$$

Άρα το pH του διαλύματος Δ4 είναι 5.