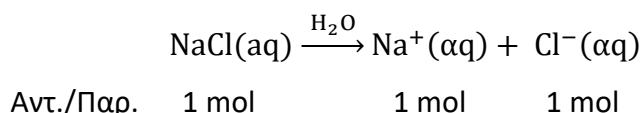


Ενδεικτική επίλυση

4.1.

Θα προσδιορίσουμε τον συντελεστή Van't Hoff. Αν είναι ίσος με 1 το διάλυμα θα περιέχει ουρία (ομοιοπολική ένωση), ενώ αν είναι ίσος με 2 το διάλυμα θα περιέχει το NaCl που ως ιοντική ένωση δίσταται δίνοντας διπλάσια mol σωματιδίων (ιόντων) στο διάλυμα σε σχέση με τα αρχικά:

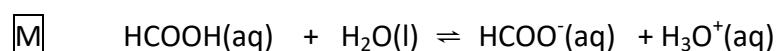


$$\Pi = i \cdot c \cdot R \cdot T \Rightarrow i = \frac{\Pi}{c \cdot R \cdot T} = \frac{4,92 \text{ atm}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}} = \frac{(6 \cdot 0,82)}{0,82 \cdot 3} = 2$$

Επομένως, το διάλυμα περιέχει NaCl.

4.2

α) Έστω c M η συγκέντρωση του HCOOH, το οποίο ιοντίζεται στο νερό ως εξής:



Αρχ. c

Αντ. $\alpha \cdot c$

Παρ. $\alpha \cdot c$ $\alpha \cdot c$

Ισορ. $c \cdot (1 - \alpha)$ $\alpha \cdot c$ $\alpha \cdot c$

Για τον βαθμό ιοντισμού δίνεται ότι $\alpha = 0,01$.

Για τη σταθερά ιοντισμού ισχύει:

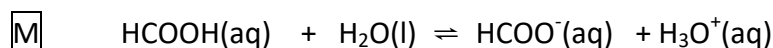
$$K_{a,\text{HCOOH}} = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow K_{a,\text{HCOOH}} = \frac{(\alpha \cdot c)^2}{c \cdot (1 - \alpha)} \text{ M} = \frac{\alpha^2 \cdot c}{(1 - \alpha)} \text{ M} \approx \frac{\alpha^2 \cdot c}{1} \text{ M}$$
$$\Rightarrow 10^{-4} \text{ M} = \frac{10^{-4} \cdot c}{1} \text{ M} \Rightarrow c = 1$$

Επομένως, η συγκέντρωση του διαλύματος HCOOH (διάλυμα Δ2) είναι 1 M.

Άρα $[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \cdot c = 10^{-2} \text{ M}$, οπότε το pH του διαλύματος Δ2 είναι: $\text{pH}_{\Delta 2} = -\log 10^{-2} = 2$.

β) Με την προσθήκη νερού το pH διαλυμάτων οξέων αυξάνεται (τείνοντας προς το 7), οπότε το pH του αραιωμένου διαλύματος Δ2 πρέπει να γίνει 2,5, οπότε $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,5} \text{ M}$.

Έστω c' M η συγκέντρωση του HCOOH στο αραιωμένο διάλυμα. Για το αραιωμένο αυτό διάλυμα ισχύει:



Αρχ. c'

Αντ. $10^{-2,5}$

Παρ. $10^{-2,5} \quad 10^{-2,5}$

Ισορ. $c' - 10^{-2,5} \quad 10^{-2,5} \quad 10^{-2,5}$

Για τη σταθερά ιοντισμού ισχύει:

$$K_{a,\text{HCOOH}} = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} \text{ M} = \frac{(10^{-2,5})^2}{(c' - 10^{-2,5})} \text{ M} \approx \frac{10^{-5}}{c'} \text{ M} \Rightarrow c' = 0,1$$

Επομένως, η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος HCOOH είναι 0,1 M.

Για την αρραίωση ισχύει:

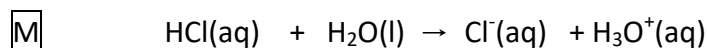
$$c_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = c_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}} \Rightarrow 1 \text{ M} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,1 \text{ M} \cdot V_{\text{τελ.}} \Rightarrow V_{\text{τελ.}} = 1 \text{ L}$$

Άρα πρέπει να προσθέσουμε 900 mL νερού.

γ) Μετά την προσθήκη του HCl έχουμε δύο οξέα στο διάλυμα Δ3 που δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Επειδή ο όγκος δεν άλλαξε ισχύει:

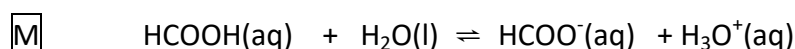
$$c_{\text{HCOOH}} = 0,1 \text{ M} \text{ και } c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\Delta 3}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

Για το ισχυρό οξύ έχουμε:



Ιοντ./Παρ. $0,1 \quad 0,1 \quad 0,1$

Για το ασθενές οξύ έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (H_3O^+), οπότε:



Αρχ. $0,1 \quad 0,1$

Αντ. z

Παρ. $z \quad z$

Ισορ. $0,1-z \quad z \quad 0,1+z$

Από τη σταθερά ιοντισμού προκύπτει:

$$K_{a,\text{HCOOH}} = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} \text{ M} = \frac{z \cdot (0,1 + z) \text{ M}^2}{(0,1 - z) \text{ M}} \approx \frac{z \cdot 0,1}{0,1} \text{ M} \Rightarrow z = 10^{-4}$$

Επομένως, για το βαθμό ιοντισμού ισχύει:

$$\alpha' = \frac{z}{0,1} = \frac{10^{-4}}{0,1} = 10^{-3}$$

Επίσης, $[H_3O^+] = (0,1 + z) M = (0,1 + 10^{-4}) M \approx 0,1 M$, άρα το pH του διαλύματος Δ3 είναι: $pH_{\Delta 3} = -\log[H_3O^+] = -\log 0,1 = 1$.