

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ  
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2008

# Χημεία Κατεύθυνσης

## ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Δίνεται διάλυμα (Α) που περιέχει μεθανικό κάλιο (HCOOK) με συγκέντρωση 0,2M

**α)** Υπολογίστε το pH του (Α) και την μεταβολή που θα παρουσιάσει αυτό, αν 50mL του Α αραιωθούν με 950mL νερό. Αν στο διάλυμα Α προστεθεί 1 σταγόνα δείκτη ΗΔ πριν και μετά την αραιώση, εξετάστε το χρώμα που θα αποκτήσει το διάλυμα σε κάθε περίπτωση. Τι είδους ηλεκτρολύτη θα έπρεπε να προσθέσουμε στο Α για να παρατηρηθεί αλλαγή χρώματος; Για τον δείκτη ΗΔ δίνεται:  $K_a = 10^{-7}$  και είναι γνωστό ότι τα αδιάστατα μόρια ΗΔ έχουν κίτρινο χρώμα ενώ τα ιόντα Δ<sup>-</sup> κόκκινο

**β)** Πόσα L αερίου HCl-μετρημένα σε πρότυπες συνθήκες απαιτούνται για την εξουδετέρωση 100mL του διαλύματος (Α);

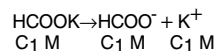
**γ)** Εξηγήστε θεωρητικά αν το διάλυμα που προκύπτει από την εξουδετέρωση του (Α) μπορεί να είναι ουδέτερο και υπολογίστε την συγκέντρωση οξωνίου σε αυτό.

**δ)** Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθεί το Α με διάλυμα HCOOH 0,1M για να προκύψει τελικό διάλυμα με pH=7;

Για το HCOOH δίνεται:  $K_a = 5 \cdot 10^{-5}$ , για το νερό:  $K_w = 10^{-14}$  και  $\log 2 = 0,3$

## ΛΥΣΗ

**α)** Διάσταση άλατος:



Υδρολύεται μόνο το ιόν HCOO<sup>-</sup>, γιατί προέρχεται από ασθενές οξύ (HCOOH)

Το ιόν K<sup>+</sup> δεν υδρολύεται, γιατί προέρχεται από ισχυρή βάση (KOH)

C mol / lt	HCOO <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O	⇌	HCOOH	+ OH <sup>-</sup>
Αρχικά	C <sub>1</sub>		-	-
Υδρολύονται	x		-	-
Παράγονται	-		x	x
ΣΤ	C <sub>1</sub> -x		x	x

**ΠΑΡΑΤΗΡΩ:** Δεν γνωρίζω την σταθερά K<sub>β</sub> του HCOO<sup>-</sup>, άρα πρέπει να υπολογιστεί.

Το HCOO<sup>-</sup> είναι συζυγής βάση του HCOOH, άρα ισχύει:

$$K_a \cdot K_b = K_w \Leftrightarrow K_b = K_w / K_a = 10^{-14} / 5 \cdot 10^{-5} \Leftrightarrow K_b = 0,2 \cdot 10^{-9} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow K_b = 2 \cdot 10^{-10}$$

## ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Παρατηρώ:

$$K_b / C_1 = 2 \cdot 10^{-10} / 2 \cdot 10^{-1} = 10^{-9} < 10^{-2} \text{ άρα ισχύει: } C_1 - x = C_1$$

$$K_b = [\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{HCOO}^-] \Leftrightarrow K_b = x^2 / C \Leftrightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C_1} \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow x = \sqrt{2 \cdot 10^{-10} \cdot 2 \cdot 10^{-1}} \Leftrightarrow x = \sqrt{4 \cdot 10^{-11}} \Leftrightarrow x = 2 \cdot 10^{-5,5}$$

Από τον πίνακα:  $[\text{OH}^-] = x = 2 \cdot 10^{-5,5} \text{ M}$

$$\text{ισχύει: } \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(2 \cdot 10^{-5,5}) = -\log 2 - \log 10^{-5,5} =$$

$$-0,3 + 5,5 \Leftrightarrow \text{pOH} = 5,2$$

$$\text{άρα: } \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5,2 \Leftrightarrow \text{pH} = 8,8$$

**ΑΡΑΙΩΣΗ:** Ο αρχικός V<sub>1</sub> = 50/1000 = 0,05L, ο τελικός

$$V_2 = V_1 + V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,05 + 0,95 = 1\text{L}$$

$$n_1 = n_2 \Leftrightarrow C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Leftrightarrow C_2 = C_1 \cdot V_1 / V_2$$

$$\Leftrightarrow C_2 = 0,2 \cdot 0,05 / 1 = 0,01\text{M}$$

Ισχύει ο τύπος (1) με x' και C<sub>2</sub>:

$$x' = \sqrt{K_b \cdot C_2} = \sqrt{2 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-2}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-6}} = [\text{OH}^-]$$

Ισχύει:

$$\text{pOH}' = -\log[\text{OH}^-] = -\log(\sqrt{2 \cdot 10^{-6}}) = -1/2 \cdot \log 2 - \log 10^{-6} = -0,15 + 6 \cdot$$

$$\Leftrightarrow \text{pOH}' = 5,85$$

$$\text{άρα } \text{pH}' = 14 - \text{pOH}' = 14 - 5,85 \Leftrightarrow \text{pH}' = 8,15$$

Με την αραιώση: ΔpH = pH' - pH = 8,15 - 8,8 = -0,65

[μείωση κατά 0,65 μονάδες].

**Για τον δείκτη ΗΔ:**  $\text{pK}_a = -\log 10^{-7} = 7$ , και ισχύουν:

το χρώμα ΗΔ (κίτρινο) επικρατεί σε

$$\text{pH} < \text{pK}_a - 1 \Leftrightarrow \text{pH} < 7 - 1 \Leftrightarrow \text{pH} < 6$$

το χρώμα Δ<sup>-</sup> (κόκκινο) επικρατεί σε

$$\text{pH} > \text{pK}_a + 1 \Leftrightarrow \text{pH} > 7 + 1 \Leftrightarrow \text{pH} > 8$$

Το διάλυμα Α βρήκαμε ότι έχει pH = 8,8 αρχικά και 8,15 μετά την αραιώση-δηλαδή μεγαλύτερο του 8 και στις 2 περιπτώσεις-άρα θα έχει: **κόκκινο** χρώμα.

Για να παρατηρηθεί αλλαγή χρώματος: το pH του Α πρέπει να ΜΕΙΩΘΕΙ [αν γίνει μικρότερο του 8 το διάλυμα θα γίνει πορτοκαλί, αν γίνει μικρότερο του 6 θα γίνει κίτρινο], άρα θα πρέπει να προσθέσουμε κάποιο οξύ π.χ. HCl.

## β) ΑΝΑΜΙΞΗ ΔΥΟ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ

[το οξύ HCl + βάση HCOO<sup>-</sup>]

- Υπολογίζουμε τα ΑΡΧΙΚΑ mol κάθε ουσίας

$$n_{\text{HCOO}^-} = C_1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot (100/1000) = 0,02 \text{ mol}$$

**n<sub>HCl</sub> = V / 22,4 = κ mol (2)**, όπου V = ο ζητούμενος όγκος σε L του αερίου HCl

- Γίνεται **εξουδετέρωση** (ενοείται ΠΛΗΡΗΣ): στο τέλος δεν θα περισσέψει ούτε οξύ ούτε βάση

Άρα ισχύουν: (I)  $n_{\text{τελικό οξέος}} = n_{\text{τελικό βάσης}} = 0$  (3)

(II) Αντιδρούν πλήρως και το HCl και το CHOO<sup>-</sup>

Mol	HCOO <sup>-</sup> +	HCl →	HCOOH +	Cl <sup>-</sup>
Αρχικά	0,02	κ	-	-
Αντιδρούν	0,02	0,02	-	-
Παράγονται	-	-	0,02	0,02
Τελικά	0	κ - 0,02	0,02	0,02

- Κάνουμε πίνακα mol για την αντίδραση εξουδετέρωσης που γίνεται. Από την σχέση (3) και τον πίνακα έχουμε:

$n_{\text{τελικό οξέος}} = 0 \Leftrightarrow \kappa - 0,02 = 0 \Leftrightarrow \kappa = 0,02$ , δηλαδή χρειάζονται 0,02 mol HCl.

Από (2):  $V / 22,4 = 0,02 \Leftrightarrow V = 22,4 \cdot 0,02 \Leftrightarrow \mathbf{V = 0,448L}$

Άρα το διάλυμα HCOO<sup>-</sup> εξουδετερώνεται πλήρως από 0,448 L αερίου HCl (stp)

**γ)** Το διάλυμα που προκύπτει από την εξουδετέρωση του (Α) περιέχει - όπως φαίνεται από τον πίνακα - ιόντα Cl<sup>-</sup> και

HCOOH με  $C_{\text{οξέος}} = n_{\text{τελικό}} / V_{\text{τελικό}} = 0,02 / 0,1 = \mathbf{0,2M}$

[γιατί: ο όγκος των αερίων ΔΕΝ προστίθεται στον συνολικό όγκο του διαλύματος, άρα ισχύει:

$$V_{\text{τελικό}} = V_1 = 100/1000 = 0,1\text{L}]$$

Τα ιόντα Cl<sup>-</sup> δεν αντιδρούν με το νερό, γιατί προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη (HCl).

Το HCOOH είναι ασθενές οξύ, άρα αντιδρά με το νερό και δίνει οξώνια. Το διάλυμα που θα προκύψει λοιπόν ΔΕΝ μπορεί να είναι ουδέτερο (είναι σίγουρα όξινο).

C mol / lt	HCOOH + H <sub>2</sub> O	⇌	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+ HCOO <sup>-</sup>
Αρχικά	C <sub>οξέος</sub>		-	-
Ιοντίζονται	x		-	-
Παράγονται	-		x	x
ΣΤ	C <sub>οξέος</sub> - x		x	x

## ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Παρατηρώ:  $K_a / C_{\text{οξέος}} = 5 \cdot 10^{-5} / 2 \cdot 10^{-1} = 2,5 \cdot 10^{-4} < 10^{-2}$

άρα ισχύει:  $C_{\text{οξέος}} - x = C_{\text{οξέος}}$

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCOO}^-] / [\text{HCOOH}] \Leftrightarrow K_a = x^2 / C_{\text{οξέος}} \Leftrightarrow x =$$

$$\sqrt{K_a \cdot C_0} \Leftrightarrow \sqrt{5 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-1}} = \sqrt{10^{-5}} \Leftrightarrow x = 10^{-2,5}$$

Ισχύει:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-2,5} \text{ M}$ . (άρα **pH = 2,5**)

## δ) ΑΝΑΜΙΞΗ 2 ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ [2 συστατικά ενός Ρ.Δ]

Έστω χρησιμοποιούμε V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> L από το διάλυμα Α και το διάλυμα Β:

Υπολογίζουμε τις νέες συγκεντρώσεις από τον τύπο αραιώσης:  $C_2 = C_1 \cdot V_1 / V_2$

$$\text{HCOO}^- : C_{\text{βάσης}} = 0,2 \cdot V_1 / V_T$$

$$\text{HCOOH} : C_{\text{οξέος}} = 0,1 \cdot V_2 / V_T \text{ με } V_T = V_1 + V_2$$

Δίνεται: pH = 7  $\Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$ . Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό γιατί περιέχει το ασθενές οξύ HCOOH και την συζυγή του βάση HCOO<sup>-</sup>, άρα από την εξίσωση Henderson:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot C_{\text{βάσης}}}{C_0} \Leftrightarrow 5 \cdot 10^{-5} = 10^{-7} \cdot \frac{0,2 \cdot \frac{V_1}{V_T}}{0,1 \cdot \frac{V_2}{V_T}} \Leftrightarrow 500 \cdot V_2 = 2 \cdot V_1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_1 / V_2 = 250$$

ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

**Γ. ΧΑΣΙΑΚΗΣ**  
ΣΤΟΝ ΠΕΙΡΑΙΑ