

Χημεία Κατεύθυνσης

Επιλεγμένα θέματα για τους υποψήφιους μαθητές της Θετικής Κατεύθυνσης της Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου.

> 1ο ΘΕΜΑ:

Δίνεται διάλυμα (X) οξέος HA με συγκέντρωση 0,01 M και pH=4. (α) Εξετάστε αν το οξύ είναι ισχυρό ή ασθενές και σε περίπτωση που είναι ασθενές υπολογίστε σταθερά και τον βαθμό ιοντισμού του καθώς και τον λόγο των

$$\text{συγκεντρώσεων } \frac{[A^-]}{[HA]}$$

(β) Σε 200 mL του X προσθέτουμε 100 mL διαλύματος NaOH με pH= 12 και με την προσθήκη 700 mL νερού προκύπτει διάλυμα Ψ. Υπολογίστε: (i) το pH και (ii) τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων του τελικού διαλύματος. Για το νερό δίνεται $K_w = 10^{-14}$

> 2ο ΘΕΜΑ:

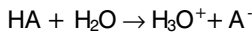
(α) Σε 500 ml νερό διαλύονται 1,12 L αέριο HCl - μετρημένα σε s.t.p. - και προκύπτει διάλυμα Δ1. (i) βρείτε το pH του διαλύματος Δ1 (ii) υπολογίστε με πόσα mL νερό πρέπει να αραιωθεί το Δ1 για να μεταβληθεί το αρχικό pH κατά 1 μονάδα. (β) Δίνεται διάλυμα NH₃ περιεκτικότητας 0,017% w/v, με όγκο 100ml

(διάλυμα Δ2). Βρείτε τον βαθμό ιοντισμού της NH₃ και το pH του Δ2. (γ) 10 mL του Δ1 αναμειγνύονται με τα 100 mL του Δ2 και με προσθήκη 890 mL νερού σχηματίζεται διάλυμα Δ3. Υπολογίστε το pH του Δ3. Δίνονται για την αμμωνία $K_b = 10^{-6}$ και για το νερό

καθώς και τα $A_r: N=14, H=1$

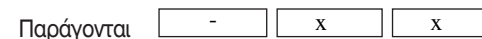
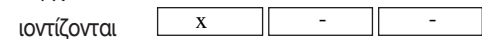
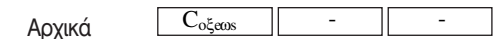
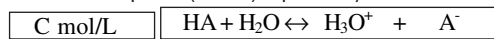
ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΟ 1ο ΘΕΜΑ

Έστω ισχυρό οξύ: ο ιοντισμός θα ήταν ΜΟΝΟΔΡΟΜΗ αντίδραση.



$$\text{άρα } pH = -\log 10^{-2} = 2$$

Δίνεται ότι το pH=4 (άτοπο). Άρα το οξύ είναι ασθενές.



Έστω $C_{οξέος} - x = C_{οξέος}$, $pH = 4 \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-4} = x$

$$\text{άρα } K_a = \frac{x^2}{C_{οξέος}} = \frac{10^{-8}}{10^{-2}} = 10^{-6} \text{ Ελέγχω την}$$

παραδοχή: $\frac{K_a}{C_{οξέος}} = \frac{10^{-6}}{10^{-2}} = 10^{-4} < 10^{-2}$, άρα ισχύει

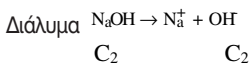
Απο τον ορισμό

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Leftrightarrow \frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}/10^{-4}}{10^{-4}} = \frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-2}$$

$$\alpha_{HA} = \frac{C_{ιοντίζεται}}{C_{αρχικό}} = \frac{x}{C} = \frac{10^{-4}/10^{-2}}{10^{-2}} = \alpha_{HA} = 10^{-2}$$

Β) ΤΕΛΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ- ΑΝΑΜΙΞΗ ΔΥΟ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ (το οξύ HA και η βάση NaOH)

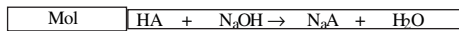
Υπολογίζουμε τα αρχικά mol κάθε ουσίας



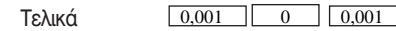
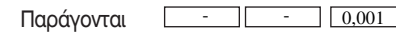
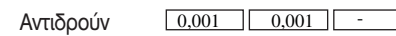
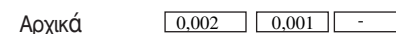
$$\text{ισχύει } pH = 14 - pOH = 14 - 12 = 2$$

$$[NaOH] = C_2 \cdot V_2 = 0,01 \cdot (100/1000) = 0,001 \text{ mol}, [HA] = C_1 \cdot V_1 = 0,01 \cdot (200/1000) = 0,02 \text{ mol}$$

$$\Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-2} \text{ M} \Leftrightarrow C_2 = 10^{-2} \text{ M}$$



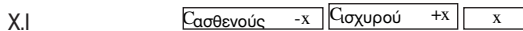
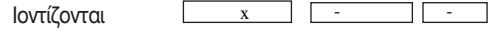
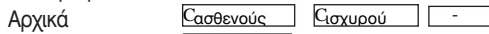
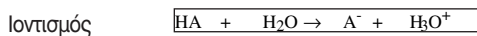
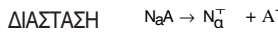
Παρατηρώ: το HA είναι σε περίσσεια, άρα το NaOH αντιδρά πλήρως



το τελικό διάλυμα περιέχει το ασθενές οξύ HA και το αλάτι NaA

(Ε.Κ.Ι.) Υπολογίζουμε τις νέες συγκεντρώσεις από $C = n/V$ με $V_T = V_1 + V_2 + V_{H_2O} = 0,1 + 0,2 + 0,7 = 1 \text{ L}$

$$C_{ισχυρού NaA} = 0,001/1 = 10^{-3} \text{ M} = C_{ασθενούς HA}$$



Παραδοχές: Παρατηρώ

$$\frac{K_a}{C} = \frac{10^{-6}/10^{-3}}{10^{-3}} = 10^{-3} < 10^{-2} \text{ άρα ισχύει } C-x \approx C$$

$$\text{Θεωρώ } [A^-]_{ολικό} = C_{ισχυρού} + x = C_{ισχυρού} = 10^{-3} \text{ M}$$

(δηλ. χ αμελητέο ως προς C_{ισχυρού} λόγω ΕΚΙ....)

$$K_a = \frac{C_{ισχυρού} \cdot x}{C_{ασθενούς}} \Leftrightarrow 10^{-6} = \frac{10^{-3} \cdot x}{10^{-3}} \Leftrightarrow x = 10^{-6}$$

Ελέγγω την 2η παραδοχή: το είναι 10⁻⁶ δηλ. 10³ φορές μικρότερο από C_{ισχυρού}, άρα ισχύει.

Τελικές συγκεντρώσεις ιόντων διαλύματος:

$$[A^-] = C_{ισχυρού} = 10^{-3} \text{ M}, [Na^+] = C_{ισχυρού} = 10^{-3} \text{ M}$$

$$[H_3O^+] = x = 10^{-6}, pH = -\log 10^{-6} = 6$$

$$\text{του νερού } [OH^-] = 10^{-4} / 10^{-6} = 10^{-8}$$

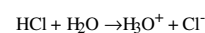
Παρατήρηση το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό διάλυμα HA/A⁻, άρα ο υπολογισμός του pH μπορεί να γίνει και από την εξίσωση Henderson-Hasselbalch.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΟ 2ο ΘΕΜΑ

(α) Διάλυμα Δ1 [HCl]:

$$(i) [HCl] = \frac{V_{αερίου}}{V} = \frac{22,4}{22,4} = 0,05 \text{ mol}$$

$$C_{HCl} = \frac{n}{V_{νερού}} = \frac{0,05}{0,5} = 10^{-1} \text{ M}$$



$$10^{-1} \text{ M} \dots \dots \dots 10^{-1} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-1} \Leftrightarrow pH = 1$$

(ii) αραίωση του Δ1: Με αραίωση το $pH \rightarrow 7$, άρα στα διαλύματα οξέων αυξάνεται.

$$\text{Δίνεται } pH = pH + 1 = 1 + 1 = 2 \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-2} \Leftrightarrow C_{HCl} = 10^{-2} \text{ M}$$

ισχύει

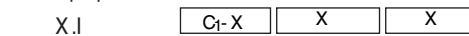
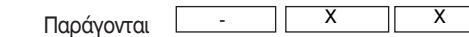
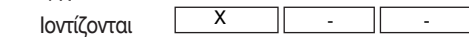
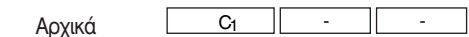
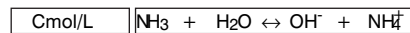
$$\eta = \eta' \Leftrightarrow C \cdot V = C' \cdot V' \Leftrightarrow V' = \frac{C \cdot V}{C'} \Leftrightarrow V' = \frac{10^{-1} \cdot 0,5}{10^{-2}} = 5 \text{ L}$$

(β) Διάλυμα Δ2 NH₃ / Μετατροπή % w/v σε molarity: Διάλυμα

0,017% w/v σημαίνει σε 100 ml διαλύματος = 0,1 L ---- 0,017 g NH₃
Απο $C = \eta/V = (m/Mr)/V$ άρα $C = m/(Mr \cdot V)$ (1)

$$\text{Στον (1) θέτουμε: } [M_{NH_3} = 14 + 3 = 17, m = 0,017 \text{ g}, V = 0,1 \text{ L}]$$

$$\text{και έχουμε } C_1 = 0,017/17 \cdot 0,1 \Leftrightarrow C_1 = 10^{-2} \text{ M}$$



Παραδοχές: Ισχύει $K_b/C_1 = 10^{-6}/10^{-2} < 10^{-2}$, άρα $C_1 - x = C_1$

$$K_b = [OH^-] \cdot [NH_4^+] / [NH_3] \Leftrightarrow K_b = x^2 / C_1 \Leftrightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C_1} \Leftrightarrow x = \sqrt{10^{-6} \cdot 10^{-2}} \Leftrightarrow x = 10^{-4}$$

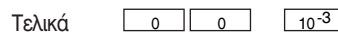
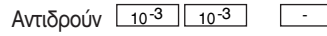
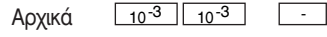
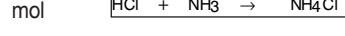
$$\text{Άρα } [OH^-] = 10^{-4} \text{ M}, pOH = -\log 10^{-4} = 4 \text{ και } pH = 14 - pOH = 14 - 4 \Leftrightarrow pH = 10$$

ισχύει. (γ) Ανάμειξη διαλυμάτων HCl και NH₃: Υπολογίζουμε τα

$$\text{αρχικά mol του κάθε σώματος } n_{HCl} = C \cdot V = 10^{-1} (10/1000) = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{NH_3} = 10^{-2} (100/1000) = 10^{-3} \text{ mol}$$

Γίνεται πλήρης εξουδετέρωση



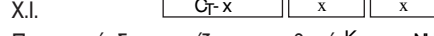
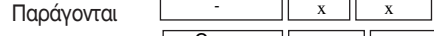
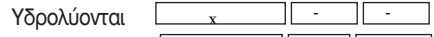
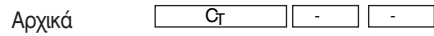
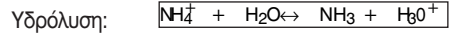
Για το NH₄Cl: $C_T = n_T / V_T = 10^{-3} / 1 = 10^{-3} \text{ M}$, με $V_T = 10 + 100 + 890 = 1000 \text{ ml} = 1 \text{ L}$

Διάσταση αλάτος: NH₄Br → NH₄⁺ + Br⁻

Το ιόν NH₄⁺ αντιδρά με το νερό, γιατί προέρχεται από ασθενή

ηλεκτρολύτη (NH₃) Το ιόν Br⁻ δεν αντιδρά με το νερό, γιατί

προέρχεται από ισχυρό ηλεκτρολύτη (HBr).



Παρατηρώ: Δεν υπολογίζω την σταθερά K_a του NH₄⁺, άρα πρέπει να υπολογιστεί. Το NH₄⁺ είναι συζυγές

οξύ της NH₃ άρα ισχύει

$$K_a \cdot K_b = K_w \Leftrightarrow K_a = K_w / K_b = 10^{-14} / 10^{-6} \Leftrightarrow K_a = 10^{-8}$$

Παραδοχές: Παρατηρώ $K_a/C = 10^{-8} / 10^{-1} < 10^{-2}$ άρα ισχύει $C_T - x = C_T$

$$K_a = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{C_T} \Leftrightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C_T} \Leftrightarrow$$

$$x = \sqrt{10^{-8} \cdot 10^{-3}} = \sqrt{10^{-11}}$$

$$x = 10^{-5,5} = [H_3O^+]. \text{ Άρα ισχύει } pH = -\log 10^{-5,5} \Leftrightarrow pH = 5,5$$

Τα θέματα επιμελήθηκαν τα φροντιστήρια:

Γ. ΧΑΣΙΑΚΗΣ
στον Πειραιά