

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2009

Χημεία Κατεύθυνσης

1° ΘΕΜΑ

α) Σε 500 mL νερό διαλύονται 1,12 L αέριο HCl - μετρημένα σε s.t.p - και προκύπτει διάλυμα Δ₁.

Βρείτε το pH του διαλύματος Δ₁.

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) 10mL του Δ₁ αναμειγνύονται με τα 100mL του Δ₂ και με προσθήκη 890 mL νερού σχηματίζεται διάλυμα Δ₃. Υπολογίστε το pH του Δ₃.

Δίνονται : για την αμμωνία K_b=10⁻⁶, για το νερό : K_w=10⁻¹⁴ καθώς και τα A_r:N=14, H=1.

2° 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 τη σταθερά και το βαθμό ιοντισμού του καθώς και τον λόγο των συγκεντρώσεων [A⁻] / [HA].

β) Σε 200mL του X προσθέτουμε 100mL διαλύματος NaOH με pH = 12 και με την προσθήκη 700mL νερού προκύπτει διάλυμα Ψ. Υπολογίστε:

ι) το pH και

ii) τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων του τελικού διαλύματος Ψ.

Για το νερό δίνεται: K_w=10⁻¹⁴

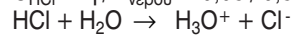
ΛΥΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ 1ου ΘΕΜΑΤΟΣ

α) Διάλυμα Δ₁ HCl

$$i) \eta_{HCl} = V_{αερίου} / 22,4 = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ mol}$$

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



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

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

β) Διάλυμα Δ₂ NH₃: Μετατροπή % w/V σε Molarity (mol/L) Διάλυμα 0,017% w/v σημαίνει: σε 100mL διαλύματος = 0,1L ----- 0,017g NH₃.

$$\text{Από: } C = n / V = (m / Mr) / V \Leftrightarrow C = m / (Mr \cdot V) \quad (1)$$

Στον (1) θέτουμε: Mr_{NH3} = 14+3 = 17, m=0.017g, V=0,1L Και έχουμε: C₁=0,017 / 17,0,1 \Leftrightarrow C₁=10⁻²M.

Ιοντισμός C mol / L	NH ₃ + H ₂ O	OH ⁻	+	NH ₄ ⁺
Αρχικά	C ₁	-	-	-
Ιοντίζονται	x	-	-	-
Παράγονται	-	x	-	x
ΧΙ	C ₁ -x	x	-	x

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

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

$$K_b = [OH^-] \cdot [NH_4^+] / [NH_3] \Leftrightarrow K_b = x^2 / C_1$$

$$\Leftrightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C_1} \Leftrightarrow x = \sqrt{10^{-6} \cdot 10^{-2}} \Leftrightarrow x = 10^{-4}$$

Άρα : [OH⁻] = 10⁻⁴M, pOH = -log10⁻⁴=4 και pH=14 - pOH

$$= 14 - 4 \Leftrightarrow pH = 10.$$

Ισχύει: α₁ = C_{ιοντίζεται} / C_{αρχικό} = x / C₁ = 10⁻⁴ / 10⁻² \Leftrightarrow α₁ = 10⁻²

γ) Ανάμειξη διαλυμάτων HCl και NH₃

Υπολογίζουμε τα αρχικά mol του κάθε σώματος

$$\eta_{HCl} = C \cdot V = 10^{-1} (100/1000) = 10^{-3} \text{ mol,}$$

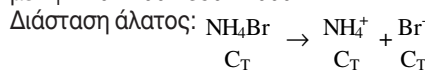
$$\eta_{NH3} = 10^{-2} (100/1000) = 10^{-3} \text{ mol}$$

Γίνεται πλήρης εξουδετέρωση:

mol	HCl	+	NH ₃	\rightarrow	NH ₄ Cl
Αρχικά	10 ⁻³		10 ⁻³		-
Αντιδρούν	10 ⁻³		10 ⁻³		-
Παράγονται	-		-		10 ⁻³
Τελικά	0		0		10 ⁻³

$$\text{Για το NH}_4\text{Cl: } C_T = \eta_T / V_T = 10^{-3} / 1 = 10^{-3} \text{ M,}$$

$$\text{με } V_T = 10 + 100 + 890 = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$$



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).



Υδρόλυση:	NH ₄ ⁺ + H ₂ O	NH ₃	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	C _T	-	-	-
Υδρολύονται	x	-	-	-
Παράγονται	-	x	-	x
ΧΙ	C _T -x	x	-	x

Παρατηρώ: Δεν γνωρίζω τη σταθερά K_a του NH₄⁺, άρα πρέπει να υπολογιστεί.

Το NH₄⁺ είναι συζυγές οξύ της NH₃, άρα ισχύει:

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

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Παρατηρώ: K_a / C = 10⁻⁸ / 10⁻¹ < 10⁻² άρα ισχύει: C_T - x = C_T

$$K_a = [NH_3] \cdot [H_3O^+] / [NH_4^+] = x^2 / C_T \Leftrightarrow$$

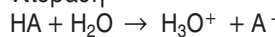
$$x = \sqrt{K_a \cdot C_T} \Leftrightarrow x = \sqrt{10^{-8} \cdot 10^{-3}} = \sqrt{10^{-11}} \Leftrightarrow$$

$$x = 10^{-5,5} = [H_3O^+]$$

$$\text{Άρα ισχύει: } pH_3 = -\log 10^{-5,5} \Leftrightarrow pH_3 = 5,5.$$

ΛΥΣΗ 2ου ΘΕΜΑΤΟΣ

α) Έστω ισχυρό οξύ: ο ιοντισμός θα ήταν ΜΟΝΟΔΡΟΜΗ αντίδραση



$$0,01 \text{ M} \quad 0,01 \text{ M} \quad \text{άρα: } pH = -\log 10^{-2} = 2$$

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

C mol / L	HA + H ₂ O	H ₃ O ⁺	+	A ⁻
Αρχικά	C _{οξέος}	-	-	-
Ιοντίζονται	x	-	-	-
Παράγονται	-	x	-	x
ΧΙ	C _{οξέος} -x	x	-	x

$$\text{Έστω: } C_{οξέος} - x = C_{οξέος}$$

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

$$\text{άρα: } K_a = x^2 / C_{οξέος} = 10^{-8} / 10^{-2} = 10^{-6}$$

[Ελέγχω την παραδοχή :

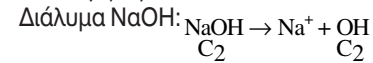
$$K_a / C_{οξέος} = 10^{-6} / 10^{-2} = 10^{-4} < 10^{-2}, \text{ άρα ισχύει}$$

Από ορισμό: K_a = [H₃O⁺] [A⁻] / [HA] \Leftrightarrow [A⁻] / [HA] = K_a / [H₃O⁺] = 10⁻⁶ / 10⁻⁴ \Leftrightarrow [A⁻] / [HA] = 10⁻²

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

β) Τελικό διάλυμα - Ανάμειξη δύο διαλυμάτων που αντιδρούν [το οξύ HA + η βάση NaOH]

Υπολογίζουμε τα ΑΡΧΙΚΑ mol κάθε ουσίας



Ισχύει:

$$pOH = 14 - pH = 14 - 12 = 2 \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-2} \text{ M} \Leftrightarrow C_2 = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\eta_{NaOH} = C_2 \cdot V_2 = 0,01 (100/1000) = 0,001 \text{ mol,}$$

$$\eta_{HA} = C_1 \cdot V_1 = 0,01 (200/1000) = 0,002 \text{ mol}$$

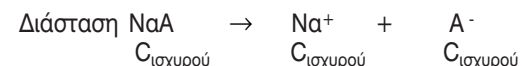
ΠΑΡΑΤΗΡΩ: το HA είναι σε περίσσεια, άρα το NaOH αντιδρά ΠΛΗΡΩΣ.

Mol	HA +	NaOH \rightarrow	NaA +	H ₂ O
Αρχικά	0,002	0,001	-	-
Αντιδρούν	0,001	0,001	-	-
Παράγονται	-	-	0,001	-
Τελικά	0,001	0	0,001	-

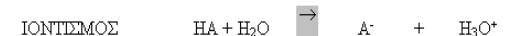
Το τελικό διάλυμα περιέχει το ασθενές οξύ HA και το αλάτι NaA (E.K.I)

Υπολογίζουμε τις νέες συγκεντρώσεις, από C = η_T / V_T με V_T = V₁ + V₂ + V_{H2O} = 0,1 + 0,2 + 0,7 = 1L:

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



$$C_{ισχυρού} \quad C_{ισχυρού} \quad C_{ισχυρού}$$



ΙΟΝΤΙΣΜΟΣ	HA + H ₂ O	A ⁻	+	H ₃ O ⁺
Αρχικά	C _{ασθενούς}	C _{ισχυρού}	-	-
Ιοντίζονται	x	-	-	-
Παράγονται	-	x	-	x
ΧΙ	C _{ασθενούς} -x	C _{ισχυρού} +x	-	x

ΕΧΟΥΜΕ E.K.I, των A⁻ της (I) στην (II)

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Παρατηρώ: K_a / C = 10⁻⁶ / 10⁻³ = 10⁻³ < 10⁻² άρα ισχύει C - x ≈ C

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

[δηλαδή x αμελητέο ως προς C_{ισχυρού} λόγω E.K.I...]

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

[ΕΛΕΓΧΩ ΤΗ 2η ΠΑΡΑΔΟΧΗ: το x είναι 10⁻⁶, δηλαδή 10³ φορές μικρότερο από το C_{ισχυρού}, άρα ισχύει]

Τελικές συγκεντρώσεις ιόντων διαλύματος:

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

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

και από τον ιοντισμό του νερού: [OH⁻] = 10⁻¹⁴ / 10⁻⁶ = 10⁻⁸ M

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

ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

ΧΑΣΙΑΚΗΣ
στον ΠΕΙΡΑΙΑ