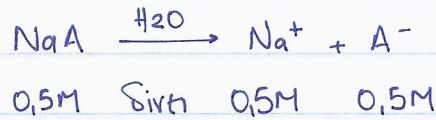


Φ.Ε. 9.1.

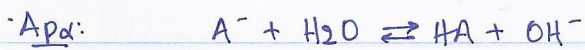
Δ1

NaA 0,5M pH=10

α) Το NaA διασπάται:



Το Na⁺ δεν αντιδρά με το νερό διότι προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH. Το Δ1 έχει pH=10, που υποδεικνύει ότι το A⁻ αντιδρά με το H₂O.



Ι.Ι. (M) 0,5-x x x

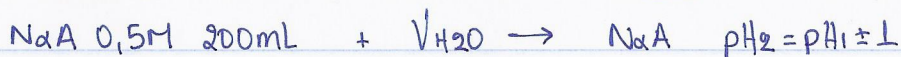
$$\text{pH}=10 \Rightarrow \text{pH} + \text{pOH} = \text{pK}_w \Rightarrow 10 + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 4 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{M}$$
$$x = 10^{-4} \text{M}$$

$$K_{\text{bA}^-} = \frac{x^2}{0,5-x} \stackrel{0,5 \gg 10^{-4}}{\approx} \frac{10^{-8}}{0,5-x \approx 0,5} \quad K_{\text{bA}^-} = \frac{(10^{-4})^2}{0,5} = 2 \cdot 10^{-8}$$

$$\alpha_{\text{A}^-} = \frac{x}{c} = \frac{10^{-4}}{0,5} = 2 \cdot 10^{-4}$$

β) Δ1

Δ2



Δ2: κατά την αραιώση ισχύει: $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0,5 \cdot 0,2 = C_2 \cdot V_2$ (L)



$C_2 \text{M}$ $C_2 \text{M}$ $C_2 \text{M}$



Ι.Ι. (M) $C_2 - y$ y y

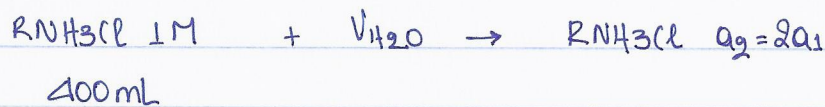
Με προσθήκη H₂O, το pH του Δ2 τείνει προς το pH του H₂O. Άρα το pH του Δ2 μειώνεται: $\text{pH}_2 = 10 - 1 = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 5 \Rightarrow y = 10^{-5}$

$$K_{\text{bA}^-} = \frac{y^2}{C_2 - y} \stackrel{\text{θεωρούμε}}{\approx} \frac{10^{-10}}{C_2 - y \approx C_2} \quad 2 \cdot 10^{-8} = \frac{10^{-10}}{C_2} \Rightarrow C_2 = 0,005 \text{M}$$

Έλεγχος προσέγγισης: $\frac{K_{\text{bA}^-}}{C_2} < 10^{-2}$ άρα $C_2 - y \approx C_2$ δεκτό.

- Φ.Ε. 9. βετ 1 -

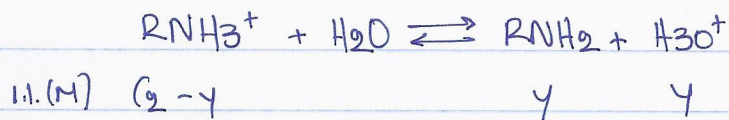
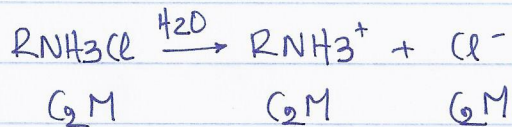
β) Δ1



Δ2

Δ1: Υπολογίζουμε το a_1 : $a_1 = \frac{x}{c} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5}$.

Δ2: Κατά την αραιώση ισχύει: $(c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 1 \cdot 0,4 = c_2 \cdot V_2 \text{ (1)})$
 ο βαθμός ιοντισμού διπλασιάζεται, άρα $a_2 = 2 \cdot 10^{-5}$

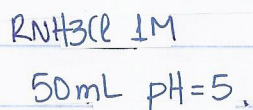


από τη σχέση: $K_a = a_2^2 \cdot c_2 \Rightarrow 10^{-10} = 4 \cdot 10^{-10} \cdot c_2 \Rightarrow c_2 = 0,25 \text{ M}$

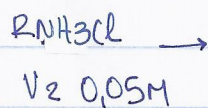
στην (1): $1 \cdot 0,4 = 0,25 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 1,6 \text{ L}$

$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,6 - 0,4 = 1,2 \text{ L}$

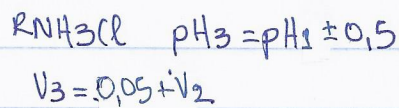
γ) Δ1



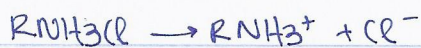
Δ2



Δ3



Δ2: Κατά την ανάμειξη ισχύει: $(c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot V_3 \Rightarrow 1 \cdot 0,05 + 0,05 \cdot V_2 = c_3(0,05 + V_2) \text{ (1)})$



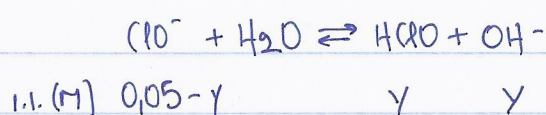
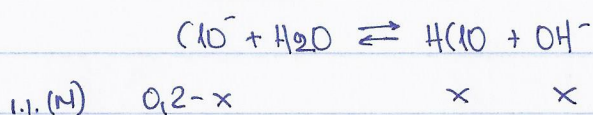
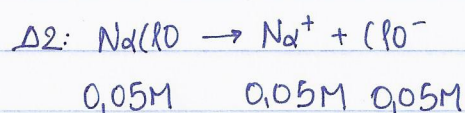
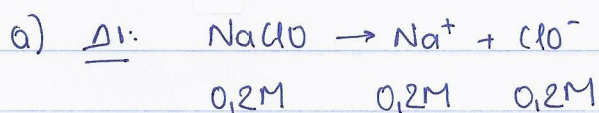
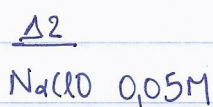
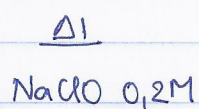
Κατά την ανάμειξη δύο Δ1 των της ίδιας ουσίας, το τελικό Δ1 έχει ενδιάμεση τιμή συγκέντρωσης, οπότε $c_3 < 1 \text{ M}$. Άρα $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται και το pH ↑
 $\text{pH}_3 = 5 + 0,5 = 5,5 \Rightarrow y = 10^{-5,5} \text{ M}$

$$K_a = \frac{\gamma^2}{(3-\gamma)(3-\gamma)} \xrightarrow{\text{θεωρούμε}} 10^{-10} = \frac{(10^{-3,5})^2}{c_3} \Rightarrow c_3 = 0,1M \quad (3 \gg \gamma \text{ άρα η προσέγγιση δερτι.})$$

$$\text{στη βιέτη (L): } 0,05 + 0,05V_2 = 0,1 \cdot 0,05 + 0,1 \cdot V_2 \Rightarrow 0,045 = 0,05V_2$$

$$\Rightarrow V_2 = 0,9L$$

Άσκηση 9.Ε.9.3.



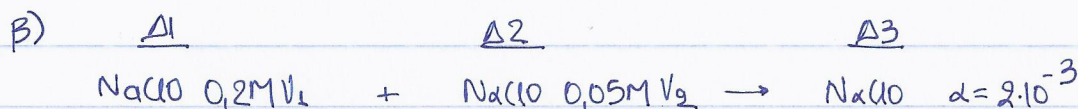
$$K_b = \frac{a_1^2 \cdot c_1}{1-a_1} \xrightarrow{\frac{K_b}{a_2} < 10^{-2}} K_b = a_1^2 \cdot c_1(1)$$

$$K_b = \frac{a_2^2 \cdot c_2}{1-a_2} \Rightarrow K_b = a_2^2 \cdot c_2(2)$$

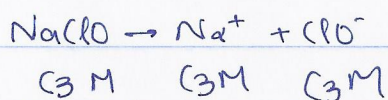
Αρα:

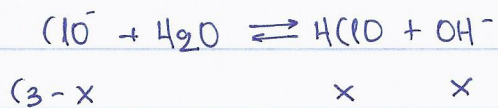
$$\text{από (1) και (2)} \Rightarrow a_1^2 \cdot c_1 = a_2^2 \cdot c_2 \Rightarrow \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 = \frac{c_2}{c_1} = \frac{0,05}{0,2}$$

$$\Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$$



Δ3: (c₁ · V₁ + c₂ · V₂) = c₃(V₁ + V₂) \Rightarrow 0,2V₁ + 0,05V₂ = c₃ · (V₁ + V₂) (1)





$$K_{b\text{ClO}^-} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2,5 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{2,5} \cdot 10^{-6}$$

$$\alpha = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow K_b = \frac{\alpha^2 \cdot C_3}{1-\alpha} \stackrel{\alpha \ll 0,1}{\approx} \frac{0,4 \cdot 10^{-6}}{1-2 \cdot 10^{-3}} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot C_3$$

$$\Rightarrow C_3 = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{67M 6x6M (L): } 0,2V_1 + 0,05V_2 = 0,1 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,2V_1 - 0,1V_1 = 0,1V_2 - 0,05V_2 \Rightarrow 0,1V_1 = 0,05V_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$$

ii)

$$K_b = \frac{x^2}{(3-x)} \approx \frac{x^2}{3} \Rightarrow 0,4 \cdot 10^{-6} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w \Rightarrow 2 \cdot 10^{-4} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

Асудуи 9.Е. 9.4.

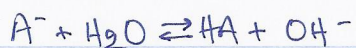
Δ1

NaA pH=9 100mL

$$a) \text{ pH} = 9 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$$

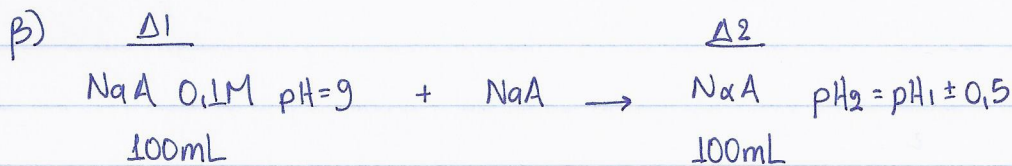


$$C_1 \text{ M} \quad C_1 \text{ M} \quad C_1 \text{ M}$$

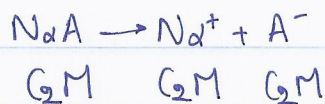


$$\text{I.I. (M)} \quad (1-y) \quad y \quad y = 10^{-5}$$

$$K_{b\text{A}^-} = \frac{K_w}{K_{a\text{HA}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \Rightarrow K_{b\text{A}^-} = \frac{y^2}{(1-y)} = \frac{10^{-10}}{C_1} = 10^{-9} \Rightarrow C_1 = \underline{0,1 \text{ M}}$$



$\Delta 2$: προσθήκη: $n_1 + n_{np} = n_2 \Rightarrow (1 \cdot V_1 + n_{np} = 2 \cdot V_2 \Rightarrow 0,1 \cdot 0,1 + n_{np} = (2 \cdot 0,1) \quad (1)$



Κατά την προσθήκη NaA έχουμε $[OH^-] \uparrow$ άρα το pH αυξάνεται.

$pH_2 = 9 + 0,5 = 9,5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9,5} M \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4,5} M$

$K_{bA^-} = \frac{\gamma^2}{(0,1 - \gamma) \cdot (0,1 - \gamma)} \xrightarrow{\text{θεωρώ}} 10^{-9} = \frac{10^{-9}}{0,1} \Rightarrow 0,1 = 1M \gg \gamma$ άρα η προσέγγιση δεκτή.

επὶ (1): $0,1 \cdot 0,1 + n_{np} = 1 \cdot 0,1 \Rightarrow n_{np} = 0,1 - 0,01 \Rightarrow n_{np} = 0,09 \text{ mol}$

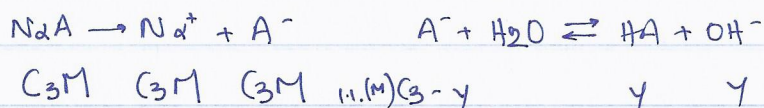
Για το Mr των οξέος έχουμε: $Mr_{HA} = 1 + Ar_A = 78 \Rightarrow Ar_A = 77$

Άρα: $Mr_{NaA} = 23 + 77 = 100$

και $m = Mr \cdot n = 100 \cdot 0,09 = 9g$

δ) $\Delta 3$: με προσθήκη H_2O , το pH ελαττώνεται. Άρα: $pH_3 = 9 - 0,5 = 8,5$

Κατά την αραίωση ισχύει: $C_1 \cdot V_1 = C_3 \cdot V_3 \Rightarrow 0,1 \cdot 0,1 = C_3 \cdot V_3 \quad (2)$



$K_{bA^-} = \frac{\gamma^2}{(0,1 - \gamma) \cdot (0,1 - \gamma)} \approx \frac{\gamma^2}{0,1}$

$\Rightarrow 10^{-9} = \frac{(10^{-5,5})^2}{0,1} \Rightarrow C_3 = 0,01M$

επὶ (2): $0,01 = 0,01 \cdot V_3 \Rightarrow V_3 = 1L$, $V_{H_2O} = 0,9L$

Άσκηση Φ.Ε.9.5.

Δ1

HCl cM

pH₁=1

Δ2

KCl cM

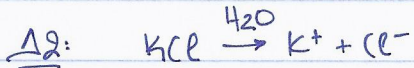
pH₂=?

Δ3

NH₄Cl cM

pH₃=? K_bNH₃=10⁻⁵

Δ1: Το HCl είναι ισχυρό οξύ, άρα: pH₁=1 ⇒ [H₃O⁺]=0,1M ⇒ C_{HCl}=0,1M



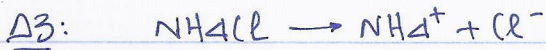
Το K⁺ δεν αντιδρά με το H₂O διότι προέρχεται από την ισχυρή βάση KOH

Το Cl⁻ - " -

- " -

Το ισχυρό οξύ HCl

Άρα στο Δ2 έχουμε: [H₃O⁺]=[OH⁻] ⇒ pH=7 στους 25°C



cM

cM

cM

όπως C=0,1M



1.1. (M) 0,1-x

x

x

$$K_{aNH_4^+} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \Rightarrow K_{aNH_4^+} = \frac{x^2}{0,1-x} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5} M \Rightarrow pH = 5$$

β) Για το Δ1:

$$C_1 \cdot V_1 = C'_1 \cdot V'_1 \Rightarrow C_1 \cdot V_1 = C'_1 \cdot 10V_1 \Rightarrow C'_1 = 0,01M \Rightarrow pH = 2 \quad \Delta pH = 1$$

Για το Δ2: Το KCl στους 25°C έχει πάντα pH=7. ΔpH=0

Για το Δ3:

$$C_3 \cdot V_3 = C'_3 \cdot V'_3 \Rightarrow 0,1 \cdot V_3 = C'_3 \cdot 10V_3 \Rightarrow C'_3 = 0,01M$$

Άρα: $K_{aNH_4^+} = \frac{y^2}{0,01-y} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{y^2}{10^{-2}} \Rightarrow y = 10^{-5,5} \Rightarrow pH = 5,5 \quad \Delta pH = 0,5$

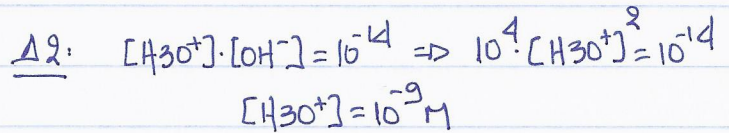
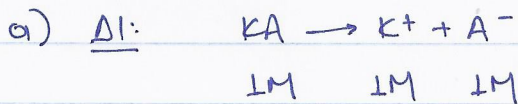
Ασκηση Φ.Ε. 9.6.

Δ1

KA 1M pH=10

Δ2

KA $[OH^-] = 10^4 [H_3O^+]$



1.1. (M) 1-x x x = 10⁻⁴

$K_b = \frac{x^2}{1-x} \xrightarrow{1 \gg x} K_b = 10^{-8}$

Αρα: $K_{αHA} = \frac{10^{-14}}{10^{-8}} = 10^{-6}$

β) $[H_3O^+] = 10^{-9} M \Rightarrow pH=9$ και $K_{bA^-} = \frac{y^2}{c_2} \Rightarrow 10^{-8} = \frac{10^{-10}}{c_2} \Rightarrow c_2 = 0,01 M$
 $[OH^-] = 10^{-5} M$

γ) Δ1

KA 1M pH=10

V₁ L

Δ2

KA 0,01M

V₂ L

Δ3

KA pH=9,5

V₁+V₂

Δ3: $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow 1 \cdot V_1 + 0,01 \cdot V_2 = c_3 (V_1 + V_2)$ (1)

pH=9,5 $\Rightarrow [OH^-] = 10^{-4,5} M$

$K_{bA^-} = \frac{x^2}{c_3 - x} \approx \frac{x^2}{c_3} \Rightarrow 10^{-8} = \frac{10^{-9}}{c_3} \Rightarrow c_3 = 0,1 M$

6tur (L): $V_1 + 0,01V_2 = 0,1 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow V_1 + 0,01V_2 = 0,1V_1 + 0,1V_2$

$\Rightarrow 0,9V_1 = 0,09V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{10}$

Ассигн. Ф.Е. 97.

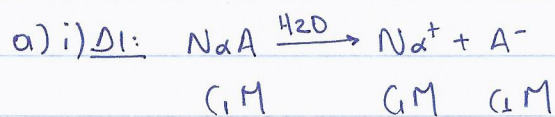
Δ1

NaA pH=9

$K_{aHA} = 10^{-5}$

Δ2

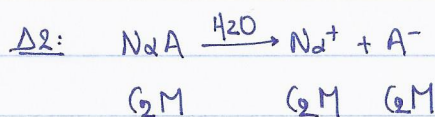
NaA pH=9,5



и.и. (M): $(1-x) \quad x \quad x = 10^{-5} M$

$K_{bA^-} = \frac{x^2}{1-x} \approx \frac{x^2}{1} \Rightarrow 1$

$\Rightarrow \frac{K_w}{K_{aHA}} = \frac{x^2}{1} \Rightarrow \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = \frac{10^{-10}}{1} \Rightarrow C_1 = 0,1 M$



и.и. (M) $(2-y) \quad y \quad y = 10^{-4,5} M$

$K_{bA^-} = \frac{y^2}{2-y} \approx \frac{y^2}{2}$

$\frac{10^{-14}}{10^{-5}} = \frac{10^{-9}}{2} \Rightarrow C_2 = 1 M$

ii) $\alpha_1 = \frac{10^{-5}}{10^{-1}} = 10^{-4}$ $\alpha_2 = \frac{10^{-4,5}}{1} = 10^{-4,5} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{10^{-4}}{10^{-4,5}} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 10^{0,5}$

$\Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \sqrt{10} \Rightarrow \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \sqrt{\frac{1}{10}}$

β) Δ3: $0,1 \cdot V_1 + 1 \cdot V_2 = (3 \cdot (V_1 + V_2)) \cdot (1) \quad \alpha_3 = 5 \cdot 10^{-5} \Rightarrow K_b = \frac{\alpha_3^2 \cdot C_3}{1 - \alpha_3} \xrightarrow{\alpha_3 < 0,1} \frac{\alpha_3^2 \cdot C_3}{1 - \alpha_3 \approx 1}$

$\Rightarrow 10^{-9} = 25 \cdot 10^{-10} \cdot C_3 \Rightarrow C_3 = 0,4 M$

Стув (L): $0,1V_1 + 1V_2 = 0,4V_1 + 0,4V_2 \Rightarrow 0,6V_2 = 0,3V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{2}{1}$

$K_{bA^-} = \frac{p^2}{C_3} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{p^2}{0,4} \Rightarrow p = 2 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [OH^-] = 2 \cdot 10^{-5} M$

$pOH = -\log 2 - \log 10^{-5} = -0,3 + 5 = 4,7 \Rightarrow pH = 9,3$ бтвс 25°C.

