

## Ασκήσεις 15.7 και 15.8

15.7 Πόσο είναι το pH ενός δείγματος γαστρικού υγρού (πεπτικό υγρό του στομάχου) του οποίου η συγκέντρωση των ιόντων υδρονίου είναι  $0,045 \text{ M}$ ;

- pH = 1,346     pH = 1,35     pH = 1,347     pH = 1,34

ΛΥΣΗ  $\text{pH} = -\log(4,5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 4,5 = 1,347 \Rightarrow \text{pH} = 1,35$

15.8 Ένα κορεσμένο διάλυμα υδροξειδίου του βαρίου έχει συγκέντρωση ιόντων υδροξειδίου  $0,025 \text{ M}$ . Πόσο είναι το pH του διαλύματος;

- pH = 12,4     pH = 12,39     pH = 12,40     pH = 12,3

ΛΥΣΗ

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log(2,5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2,5 = 1,60 \\ \Rightarrow \text{pH} &= 14,00 - 1,60 = 12,398 \Rightarrow \text{pH} = 12,40 \end{aligned}$$

## Άσκηση 15.9

Υπολογισμός της συγκέντρωσης  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  από το pH

Ένα αναψυκτικό με ανθρακικό έχει pH 3,16. Πόση είναι η συγκέντρωση ιόντων υδρονίου του αναψυκτικού;

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,92 \times 10^{-4} \text{ M}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,9183 \times 10^{-4} \text{ M}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,918 \times 10^{-14} \text{ M}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,9 \times 10^{-4} \text{ M}$

### ΛΥΣΗ

$$\text{pH} = 3,16 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,16$$

$$\Rightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+] = -3,16$$

$$\Rightarrow 10^{-3,16} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\Rightarrow 6,918 \times 10^{-4} \text{ M} = 6,9 \times 10^{-4} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

ή

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \text{antilog}(-\text{pH}) = 10^{-\text{pH}} \\ &= 6,91 \times 10^{-4} \text{ M} = 6,9 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

# Άσκηση

Ποιές είναι οι συγκεντρώσεις των ιόντων υδρονίου και υδροξειδίου και πόσο το pH σε διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου συγκέντρωσης  $0,25 \text{ M}$  στους  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,0 \times 10^{-14} \text{ M}$   
 $[\text{OH}^-] = 0,25 \text{ M}$   
 $\text{pH} = 13,40$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,50 \text{ M}$   
 $[\text{OH}^-] = 2,0 \times 10^{-14} \text{ M}$   
 $\text{pH} = 0,30$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,0 \times 10^{-14} \text{ M}$   
 $[\text{OH}^-] = 0,50 \text{ M}$   
 $\text{pH} = 13,70$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,25 \text{ M}$   
 $[\text{OH}^-] = 4,0 \times 10^{-14} \text{ M}$   
 $\text{pH} = 0,60$

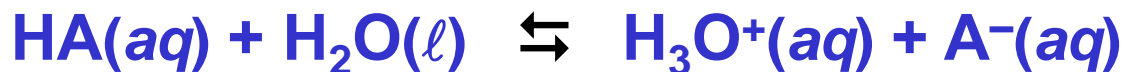
# 6. ΙΣΟΡΡΟΠΙΕΣ ΟΞΕΩΝ-ΒΑΣΕΩΝ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

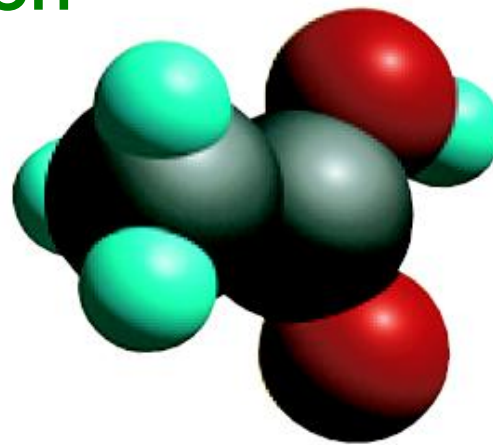
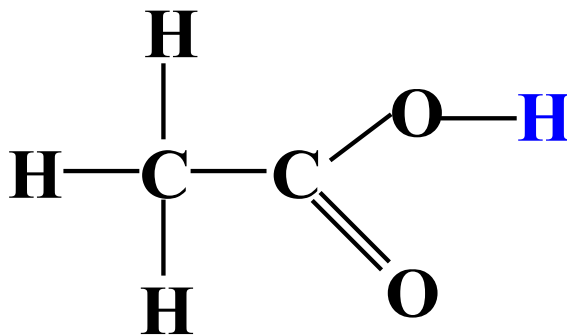
- Ισορροπίες ιοντισμού οξέων
- Πολυπρωτικά οξέα
- Ισορροπίες ιοντισμού βάσεων
- Οξεοβασικές ιδιότητες διαλυμάτων αλάτων
- Επίδραση κοινού ιόντος
- Ρυθμιστικά διαλύματα
- Καμπύλες ογκομέτρησης οξέος-βάσης

# Ιοντισμός ασθενών μονοπρωτικών οξέων και βάσεων

★ Ιοντισμός ή διάσταση ασθενούς οξέος HA στο νερό:



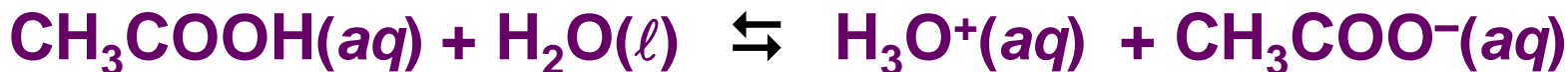
Η δομή του οξικού οξέος, CH<sub>3</sub>COOH



Συντακτικός τύπος  
του οξικού οξέος

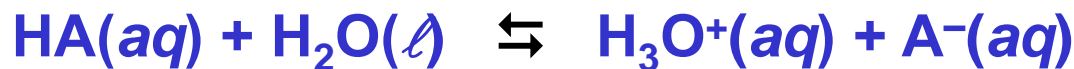
Μοντέλο του οξικού οξέος  
φτιαγμένο από υπολογιστή

★ Ιοντισμός οξικού οξέος:



# Ιοντισμός ασθενών μονοπρωτικών οξέων και βάσεων

★ Διάσταση ασθενούς οξέος HA στο νερό:



Σταθερά διαστάσεως  
ή σταθερά ιοντισμού οξέος,  $K_a$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

★ Διάσταση ασθενούς βάσεως B στο νερό:



Σταθερά διαστάσεως  
ή σταθερά ιοντισμού βάσεως,  $K_b$ :

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

Βαθμός διαστάσεως  
ή βαθμός ιοντισμού  $\alpha$ :

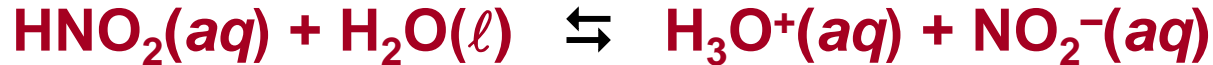
$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \times 100\%$$

## Άσκηση 16.1α

Υπολογισμός συγκεντρώσεων ιόντων και αδιάστατων μορίων σε διάλυμα ασθενούς οξέος

Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις όλων των χημικών ειδών που υπάρχουν σε ένα διάλυμα νιτρώδους οξέος,  $\text{HNO}_2$ ,  $0,036 \text{ M}$ . Δίνεται  $K_a = 4,5 \times 10^{-4}$

Το  $\text{HNO}_2$ , ως ασθενές οξύ, δίσταται εν μέρει:



Ζητείται ο υπολογισμός των  $[\text{HNO}_2]$ ,  $[\text{NO}_2^-]$ ,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  και  $[\text{OH}^-]$ .

Η έκφραση για τη σταθερά  $K_a$  είναι

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} = 4,5 \times 10^{-4}$$



# Άσκηση 16.1α

Έστω ότι στη θέση ισορροπίας  $[\text{H}_3\text{O}^+] = x$

Συγκεντρώσεις (M)	$\text{HNO}_2$	+	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_3\text{O}^+$	+	$\text{NO}_2^-$
Αρχικές	0,036				0		0
Μεταβολές	-x				+x		+x
Ισορροπία	(0,036-x)				x		x

Αντικαθιστούμε τις συγκεντρώσεις στην έκφραση της  $K_a$  :

$$K_a = \frac{x^2}{0,036 - x} = 4,5 \times 10^{-4}$$

**ΠΡΟΣΟΧΗ:**  $C / K_a < 100 \Rightarrow$  η προσέγγιση  $0,036 - x \approx 0,036$  δεν ισχύει !!!

$\Rightarrow$  λύνουμε την εξίσωση:  $x^2 + 4,5 \times 10^{-4} x - 1,62 \times 10^{-5} = 0$

$\Rightarrow x = 3,8 \times 10^{-3} \text{ M}$  (η αρνητική τιμή απορρίπτεται)

$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_2^-] = 3,8 \times 10^{-3} \text{ M}$

$[\text{HNO}_2] = (0,036 - 0,0038) \text{ M} = 0,0322 \text{ M}$  και

$[\text{OH}^-] = (1,0 \times 10^{-14} / 3,8 \times 10^{-3}) \text{ M} = 2,6 \times 10^{-12} \text{ M}$



# Άσκηση

Ποιές είναι οι συγκεντρώσεις των ιόντων υδρονίου και υδροξειδίου, πόσο το pH και ποιος ο βαθμός ιοντισμού του οξικού οξέος στους 25 °C σε διάλυμα αυτού συγκέντρωσης 0,10 M;

$[H_3O^+] = 1,3 \times 10^{-3} M$

$[OH^-] = 7,7 \times 10^{-12} M$

pH = 2,88

βαθμός ιοντισμού=1,3%

$[H_3O^+] = 1,0 \times 10^{-13} M$

$[OH^-] = 0,10 M$

pH = 13,00

βαθμός ιοντισμού=1,0%

$[H_3O^+] = 0,10 M$

$[OH^-] = 1,0 \times 10^{-13} M$

pH = 1,00

βαθμός ιοντισμού=1,0%

$[H_3O^+] = 7,7 \times 10^{-12} M$

$[OH^-] = 1,3 \times 10^{-3} M$

pH = 11,11

βαθμός ιοντισμού=1,8%

## Άσκηση 16.41

Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις όλων των χημικών ειδών, που υπάρχουν σε υδατικό διάλυμα συγκεντρώσεως 0,15 *M* της ασθενούς βάσεως αιθανολαμίνης,  $\text{HOC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$ , αν γνωρίζετε ότι το pH του διαλύματος είναι 11,34. Πόση είναι  $K_b$  της αιθανολαμίνης;

# Ιοντισμός πολυπρωτικών οξέων

1. Διάσταση φωσφορικού οξέος:



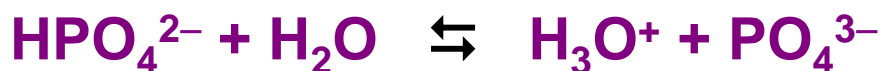
$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = 7,1 \times 10^{-3}$$

2. Διάσταση διυδρογονοφωσφορικού ιόντος:



$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 6,3 \times 10^{-8}$$

3. Διάσταση υδρογονοφωσφορικού ιόντος:



$$K_{a3} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} = 4,2 \times 10^{-13}$$

$$K_{a1} \gg K_{a2} \gg K_{a3}$$



# Άσκηση 16.38

$$C_a/K_{a1} = 5,45 \times 10^{-4}/4,3 \times 10^{-7} \gg 100$$

$$\Rightarrow (5,45 \times 10^{-4} - x) \cong 5,45 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow x^2 = 2,344 \times 10^{-10} \Rightarrow x = 1,5 \times 10^{-5}$$

$$\Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] \cong [\text{HCO}_3^-] = 1,5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$\text{H}_3\text{O}^+$  και  $\text{HCO}_3^-$  : περίπου ίδιες με τις προηγούμενες

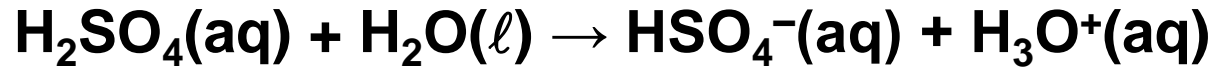
Συγκεντρώσεις (M)	$\text{HCO}_3^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq)$		
Αρχικές	$1,5 \times 10^{-5}$	0	0
Μεταβολές	-z	+z	+z
Ισορροπία	$(1,5 \times 10^{-5}) - z$	$(1,5 \times 10^{-5}) + z$	z

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{(1,5 \times 10^{-5} + z)z}{(1,5 \times 10^{-5}) - z} = 4,8 \times 10^{-11}$$

$$K_{a2} \ll \quad \Rightarrow \quad (1,5 \times 10^{-5}) - z \cong 1,5 \times 10^{-5} \text{ και } (1,5 \times 10^{-5}) + z \cong 1,5 \times 10^{-5}$$

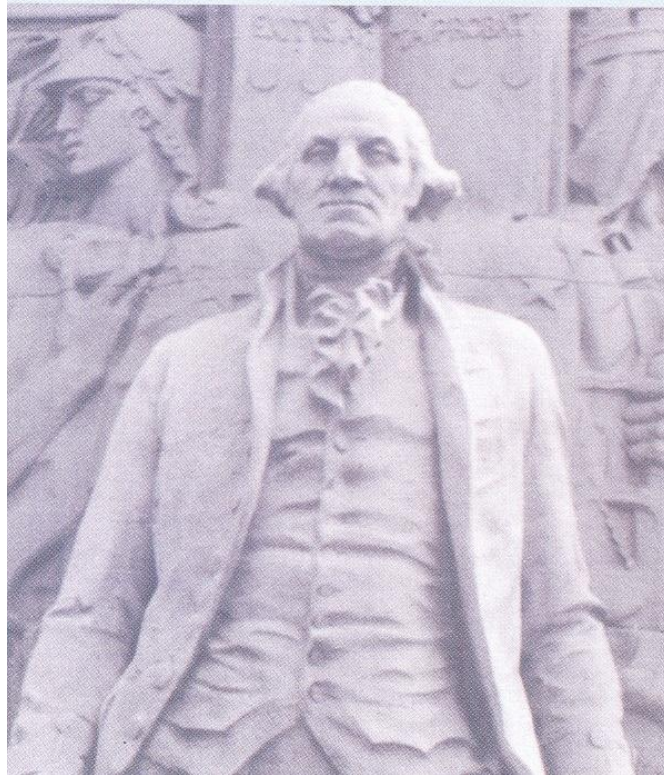
$$\Rightarrow z \cong K_{a2} \Rightarrow z = [\text{CO}_3^{2-}] \cong 4,8 \times 10^{-11} \text{ M}$$

# Όξινη βροχή

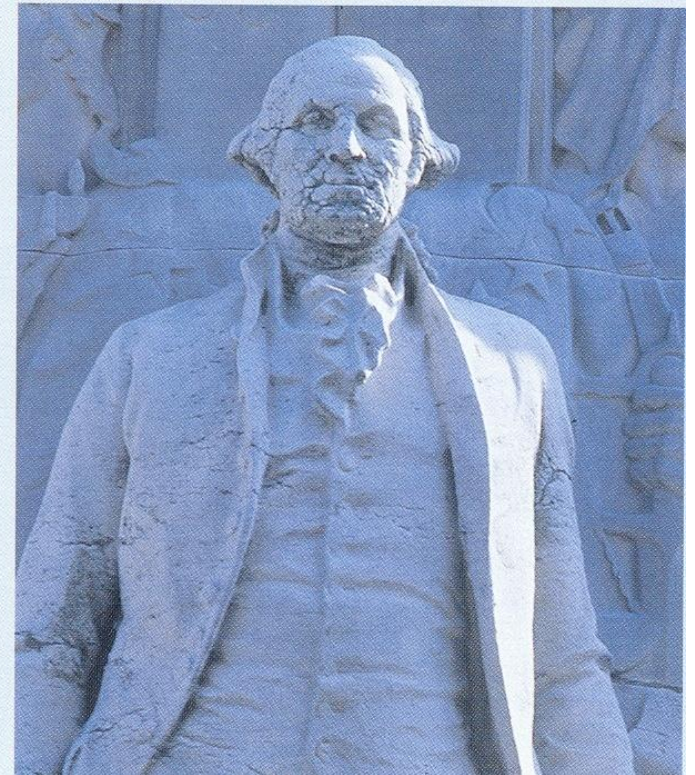


**George  
Washington**

**(Washington  
Square Park)**



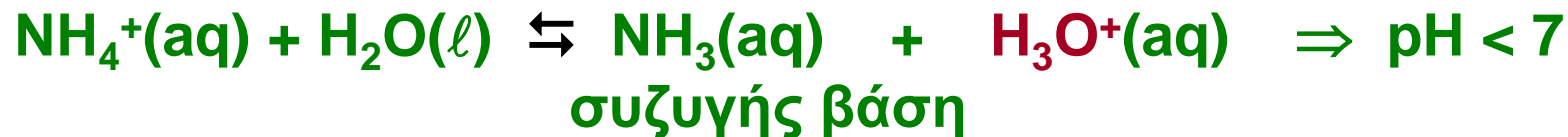
**1935**



**1994**

# Οξεοβασικές ιδιότητες διαλυμάτων αλάτων

Τί συμβαίνει όταν ένα άλας προστεθεί στο νερό;



↪ Υδρόλυση: αντίδραση ιόντος με  $\text{H}_2\text{O}$  και η παραγωγή του συζυγούς οξέος και ιόντων  $\text{OH}^-$  ή της συζυγούς βάσεως και ιόντων  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

# Υδρόλυση

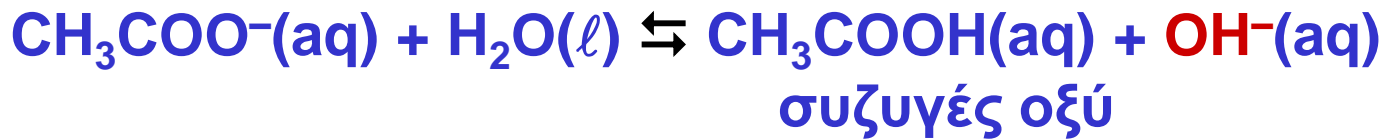
Πώς προβλέπουμε αν το διάλυμα ενός άλατος είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο;

1. Άλας από ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ (π.χ. NaCl):  
δεν υδρολύεται ούτε το κατιόν ούτε το ανιόν  $\Rightarrow \text{pH} = 7$
2. Άλας από ισχυρή βάση και ασθενές οξύ (π.χ.  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ):  
υδρολύεται το ανιόν και παράγει ιόντα  $\text{OH}^- \Rightarrow \text{pH} > 7$
3. Άλας από ασθενή βάση και ισχυρό οξύ (π.χ.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ):  
υδρολύεται το κατιόν και παράγει ιόντα  $\text{H}_3\text{O}^+ \Rightarrow \text{pH} < 7$
4. Άλας από ασθενή βάση και ασθενές οξύ (π.χ.  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ):  
υδρολύεται τόσο ανιόν όσο και το κατιόν  $\Rightarrow$ 
  - (α)  $\text{pH} < 7$ , αν  $K_a > K_b$
  - (β)  $\text{pH} > 7$ , αν  $K_a < K_b$(π.χ. για διάλυμα άλατος μυρμηκικού αμμωνίου,  $\text{NH}_4\text{CHO}_2$  το  $\text{pH} < 7$  διότι:  
 $K_a\text{NH}_4^+ = 5,6 \times 10^{-10} > K_b\text{CHO}_2^- = 5,9 \times 10^{-11}$ )



# Υδρόλυση

Πώς υπολογίζουμε το pH ενός διαλύματος άλατος του οποίου υδρολύεται το κατιόν ή το ανιόν, π.χ.  $\text{CH}_3\text{COONa}$



$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,8 \times 10^{-5}} = 5,6 \times 10^{-10}$$

$K_h$  (ή  $K_b$ ) = σταθερά υδρολύσεως και ισχύει:

$$K_a K_b = K_w$$

Από την έκφραση της  $K_h$ , και εφόσον γνωρίζουμε την αρχική συγκέντρωση του άλατος, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση  $[\text{OH}^-]$ , από αυτήν το pOH και τέλος το pH.

# Άσκηση 16.4α

Υπολογισμός του pH διαλύματος άλατος

Η φθορίωση του πόσιμου νερού συνίσταται στην προσθήκη σε αυτό μικρών ποσοτήτων φθοριδίων, όπως π.χ. το NaF.

Υπολογίστε το pH διαλύματος φθοριδίου του νατρίου, NaF, συγκεντρώσεως 0,095 M.

## Υπόδειξη:

Το NaF ως ισχυρός ηλεκτρολύτης δίσταται πλήρως στο νερό:



Τα ιόντα  $\text{F}^-(\text{aq})$  υδρολύονται, επειδή το HF είναι ασθενές οξύ με  $K_a = 6,8 \times 10^{-4}$ .

<u>Συγκεντρώσεις (M)</u>	$\text{F}^-(\text{aq})$	$+$	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	$\rightleftharpoons$	$\text{HF}(\text{aq})$	$+$	$\text{HO}^-(\text{aq})$
Αρχικές	0,095				0		0
Μεταβολές	-x				+x		+x
Ισορροπία	0,095 - x				x		x



## Άσκηση 16.4α

$$K_h = \frac{[\text{HF}][\text{OH}^-]}{[\text{F}^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{6,8 \times 10^{-4}} = 1,5 \times 10^{-11}$$

$$\Rightarrow \frac{x^2}{0,095 - x} = 1,5 \times 10^{-11}$$

$$K_h \text{ πολύ μικρή} \Rightarrow 0,095 - x \cong 0,095 \Rightarrow x = 1,2 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 1,2 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 6 - \log 1,2 = 5,92 \Rightarrow \text{pH} = 14,00 - 5,92 = 8,08$$

# Άσκηση

Υπολογίστε το pH διαλύματος του άλατος χλωριδίου του μεθυλαμμωνίου,  $\text{CH}_3\text{NH}_4\text{Cl}$ , συγκεντρώσεως  $0,30 \text{ M}$  στους  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## Υποδείξεις:

1. Το άλας  $\text{CH}_3\text{NH}_4\text{Cl}$  ως ισχυρός ηλεκτρολύτης δίσταται πλήρως στο νερό.
2. Αναζητείστε στον κατάλληλο Πίνακα του βιβλίου σας τη σταθερά ιοντισμού της ασθενούς βάσεως μεθυλαμίνης  $\text{CH}_3\text{NH}_3$

# Διαλύματα ασθενούς οξέος ή βάσης παρουσία άλλης διαλυμένης ουσίας



Αν σε αυτό το διάλυμα προσθέτουμε  $\text{HCl}(\text{aq})$  (ιόντα  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ή  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (δηλαδή ιόντα  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ), τότε η ισορροπία θα μετατοπισθεί προς τα αριστερά (αρχή του Le Chatelier)



☆ Ο βαθμός ιοντισμού του οξικού οξέος ελαττώνεται με την προσθήκη ενός ισχυρού οξέος.

Ο περιορισμός του ιοντισμού του οξικού οξέος από  $\text{HCl}(\text{aq})$  ή  $\text{CH}_3\text{COONa}$  αποτελεί παράδειγμα επίδρασης κοινού ιόντος.

❖ Επίδραση κοινού ιόντος είναι η μετατόπιση μιας ιοντικής ισορροπίας, η οποία προκαλείται από την προσθήκη μιας ένωσης που παρέχει στο διάλυμα ένα ιόν όμοιο με αυτά που συμμετέχουν στην ισορροπία.

# Ρυθμιστικά διαλύματα

☆ Ρυθμιστικό διάλυμα είναι ένα διάλυμα που χαρακτηρίζεται από την ικανότητα να ανθίσταται σε μεταβολές του pH όταν προστίθενται σε αυτό περιορισμένες ποσότητες οξέος ή βάσης.

## ↳ Σύσταση

Ένα ρ.δ. πρέπει να περιέχει δύο συστατικά: ένα που να μπορεί να **εξουδετερώνει οξέα** και ένα που να μπορεί να **εξουδετερώνει βάσεις**. Όμως σε καμιά περίπτωση δεν θα πρέπει το ένα συστατικό να εξουδετερώνει το άλλο.

❖ Την απαίτηση αυτή για ρυθμιστική δράση δεν ικανοποιεί κανένα μίγμα ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, παρά μόνο μίγματα

ασθενούς οξέος με τη συζυγή βάση του ( $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$ )  
ή ασθενούς βάσεως με το συζυγές οξύ της ( $\text{NH}_3 - \text{NH}_4^+$ ).

# Ρυθμιστικά διαλύματα

## Δράση

Έστω το ρυθμιστικό ζεύγος HA – NaA

Ισορροπία διασπάσεως του HA:  $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

(α) Προσθήκη μικρής ποσότητας NaOH:



[HA] και [A<sup>-</sup>] μεγάλες σε σχέση με την ποσότητα OH<sup>-</sup> ⇒  
ο λόγος [HA]/[A<sup>-</sup>] πρακτικά αμετάβλητος ⇒ pH σχεδόν σταθερό

(β) Προσθήκη μικρής ποσότητας HCl(aq):



[HA] και [A<sup>-</sup>] μεγάλες σε σχέση με την ποσότητα H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ⇒  
ο λόγος [HA]/[A<sup>-</sup>] πρακτικά αμετάβλητος ⇒ pH σχεδόν σταθερό

# Ρυθμιστικά διαλύματα

## Δράση ρυθμιστικών διαλυμάτων



☆ Το pH του ρυθμιστικού διαλύματος αλλάζει ελαφρώς με την προσθήκη μικρής ποσότητας διαλύματος ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσεως.

☆ Βιολογικά υγρά, όπως το αίμα, είναι συνήθως ρυθμιστικά διαλύματα.



# Εξίσωση Henderson - Hasselbach

Έστω το ρυθμιστικό ζεύγος HA – NaA

Ισορροπία διαστάσεως του HA:  $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

$$\Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \quad (1)$$

$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \text{ή} \quad \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{άλας}]}{[\text{οξύ}]}$$

Εξίσωση Henderson – Hasselbach

Δύο προσεγγίσεις:

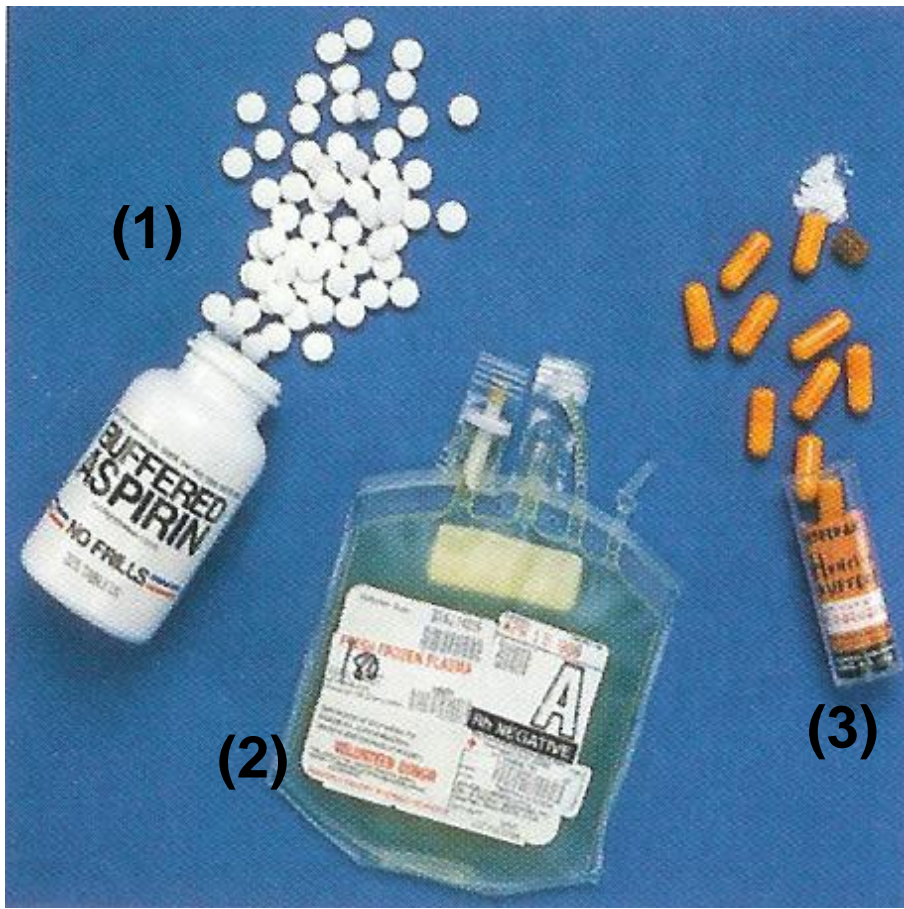
$[\text{HA}] \approx [\text{οξύ}]$  και  $[\text{A}^-] \approx [\text{άλας}]$

Ρυθμιστική χωρητικότητα ενός ρ.δ.

Αποδεικνύεται ότι ένα ρ.δ. μπορεί να παρασκευασθεί με οποιαδήποτε τιμή pH μεταξύ  $\text{p}K_a - 1$  και  $\text{p}K_a + 1$ .

# Ρυθμιστικά διαλύματα

## Τρία κοινά παραδείγματα ρυθμιστικών συστημάτων



(1) Πολλά φάρμακα δρουν ρυθμιστικά για μείωση πεπτικών διαταραχών.

(2) Πολλά σωματικά υγρά περιέχουν δραστικά ρυθμιστικά συστήματα (π.χ. ο ρυθμιστικός συνδυασμός  $\text{H}_2\text{CO}_3$  και  $\text{HCO}_3^-$  διατηρεί το pH του αίματος σταθερό  $\sim 7,4$ ).

(3) Για την παρασκευή ρ.δ. στο εργαστήριο χρησιμοποιούνται έτοιμες κάψουλες.

## Άσκηση 16.65

Υπολογισμός του pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος

Ένα ρυθμιστικό διάλυμα παρασκευάζεται με προσθήκη  
45,0 mL NaF 0,15 M σε 35,0 mL HF 0,10 M.

Πόσο είναι το pH του τελικού διαλύματος;

