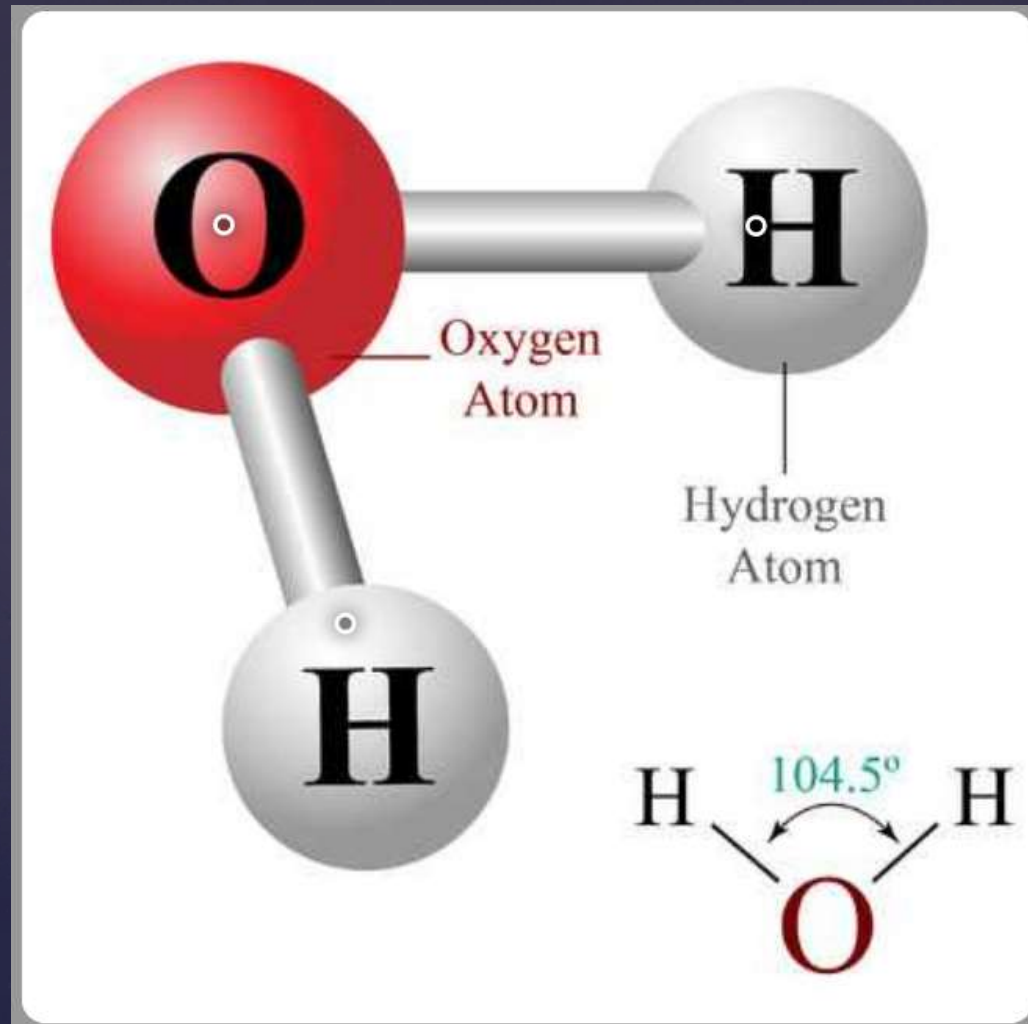
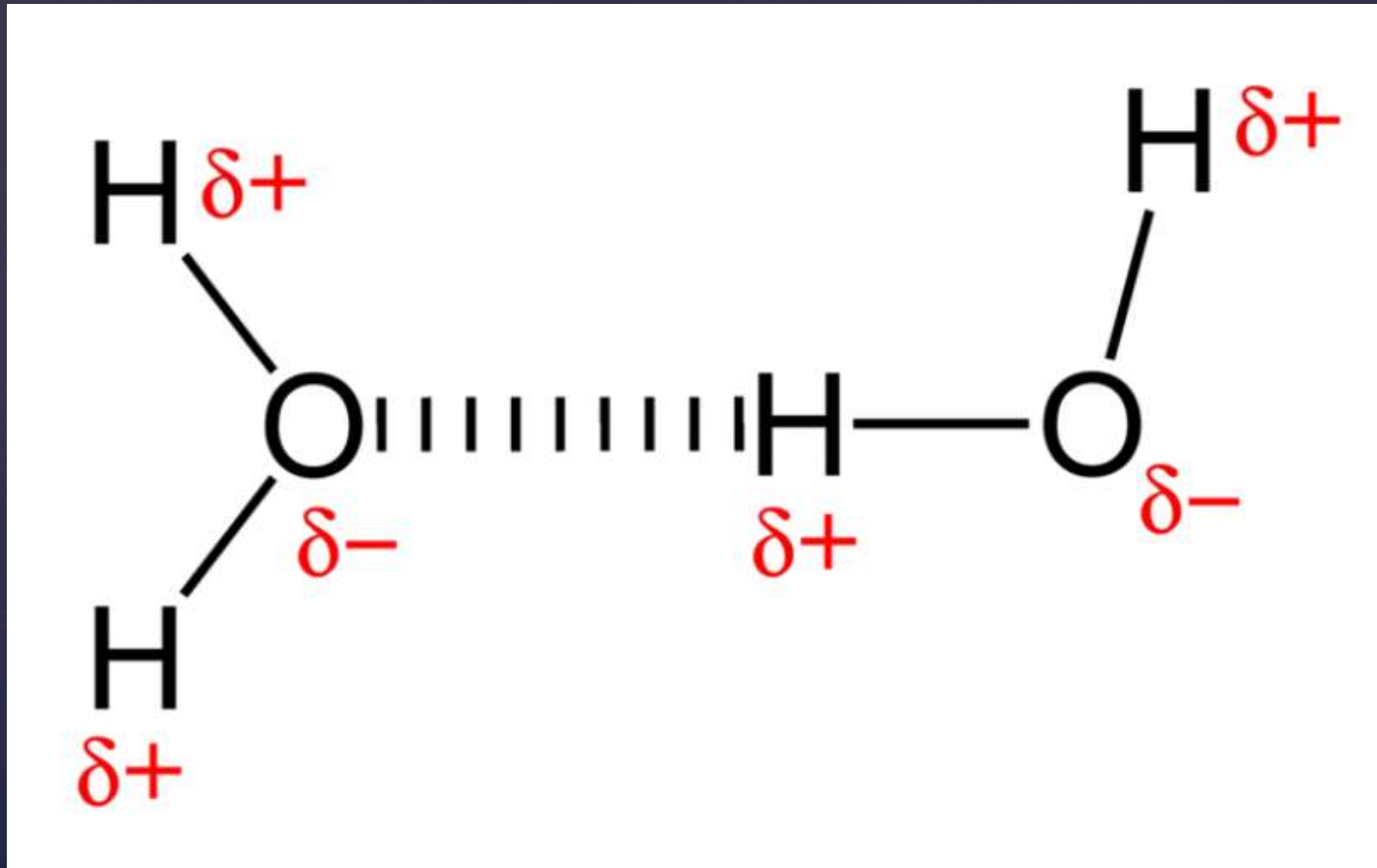


# Οξέα, Βάσεις, Άλατα Ιοντική Ισορροπία $\text{pH}$ υδατικών διαλυμάτων

# Το πολικό μόριο του νερού



## Δεσμός Υδρογόνου ανάμεσα σε πολικά μόρια νερού

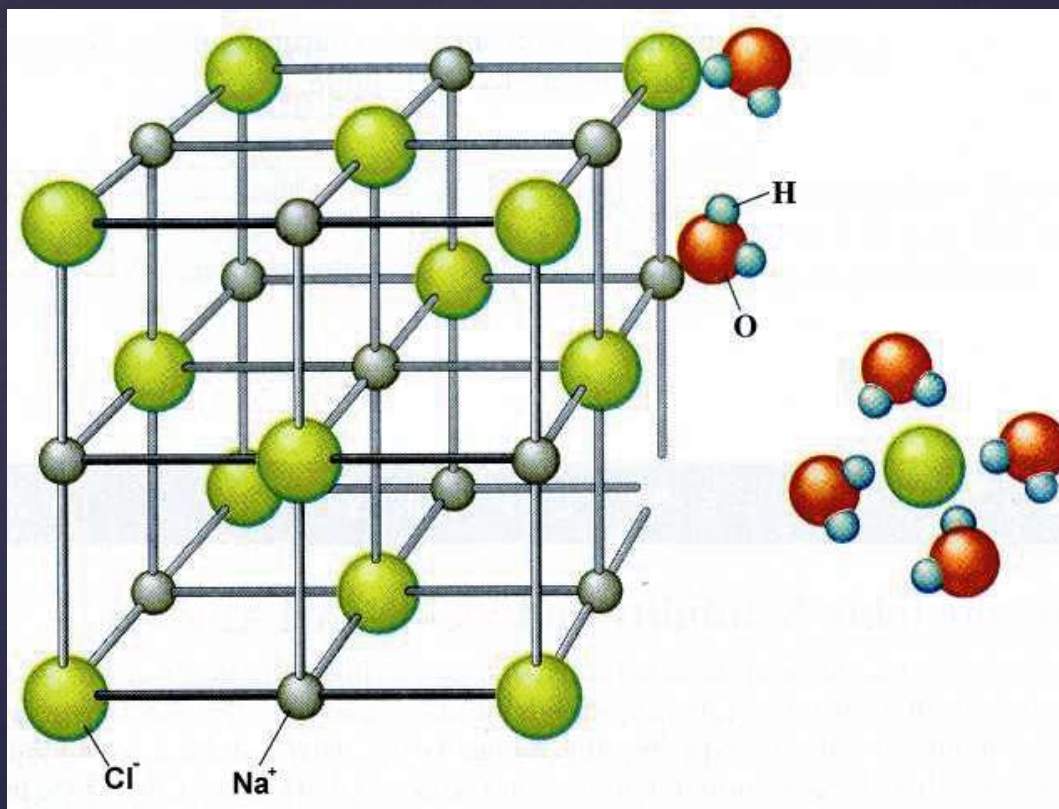


# Ιοντικές Ενώσεις & Ηλεκτρολυτική Διάσπαση

## ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ :

Διαλύονται στο νερό  
( *πολύ* → *ευδιάλυτες*,  
*λίγο* → *δυσδιάλυτες* )

**Ηλεκτρολυτική  
Διάσπαση**, είναι η  
απομάκρυνση των  
iónτων του κρυσταλλικού  
πλέγματος από τα μόρια  
του νερού.



# Ομοιοπολικές Ενώσεις & Αντίδραση Ιοντισμού

## ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ :

Πρακτικά αδιάλυτες στο νερό. Κάποιες που διαλύονται στο νερό δημιουργούν μοριακά διαλύματα, άλλες αντιδρούν με το νερό και δημιουργούν ιοντικά διαλύματα με τις

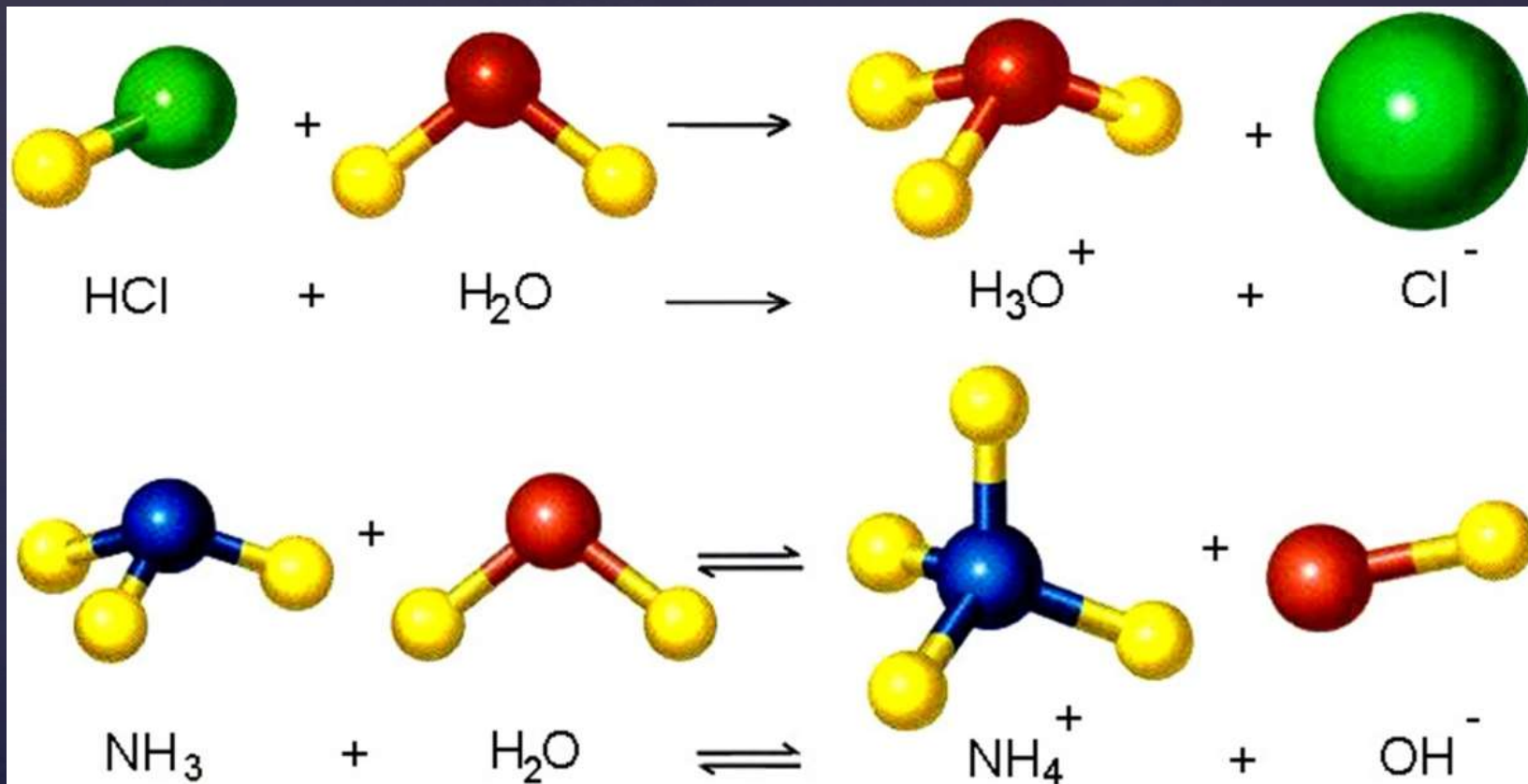
«ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ»

**ΙΟΝΤΙΣΜΟΣ** μιας ομοιοπολικής ένωσης είναι η αντίδραση των μορίων της, με τα μόρια του διαλύτη (Νερό, στα υδατικά διαλύματα) σχηματίζοντας ιόντα (ως προϊόντα της αντίδρασης)

Η αντίδραση ιοντισμού μπορεί να είναι πλήρης, **ΟΛΑ τα μόρια** της ένωσης μετατρέπονται σε ιόντα (**πλήρης ιοντισμός**)

Μερική αντίδραση ιοντισμού, (**μερικός ιοντισμός**) έχουμε όταν **ΠΟΛΥ ΛΙΓΑ μόρια** της ένωσης μετατρέπονται σε ιόντα

# Ομοιοπολικές Ενώσεις & Αντίδραση Ιοντισμού



# Διαφορές Ηλεκτρολυτικής Διάστασης και Ιοντισμού

## Ηλεκτρολυτική διάσταση

1. Ιοντικές ενώσεις.
2. Απελευθέρωση ιόντων που προϋπάρχουν.
3. Οι ιοντικές ενώσεις δίδονται πλήρως.
4. Το  $H_2O$  δεν αναγράφεται στα αντιδρώντα.

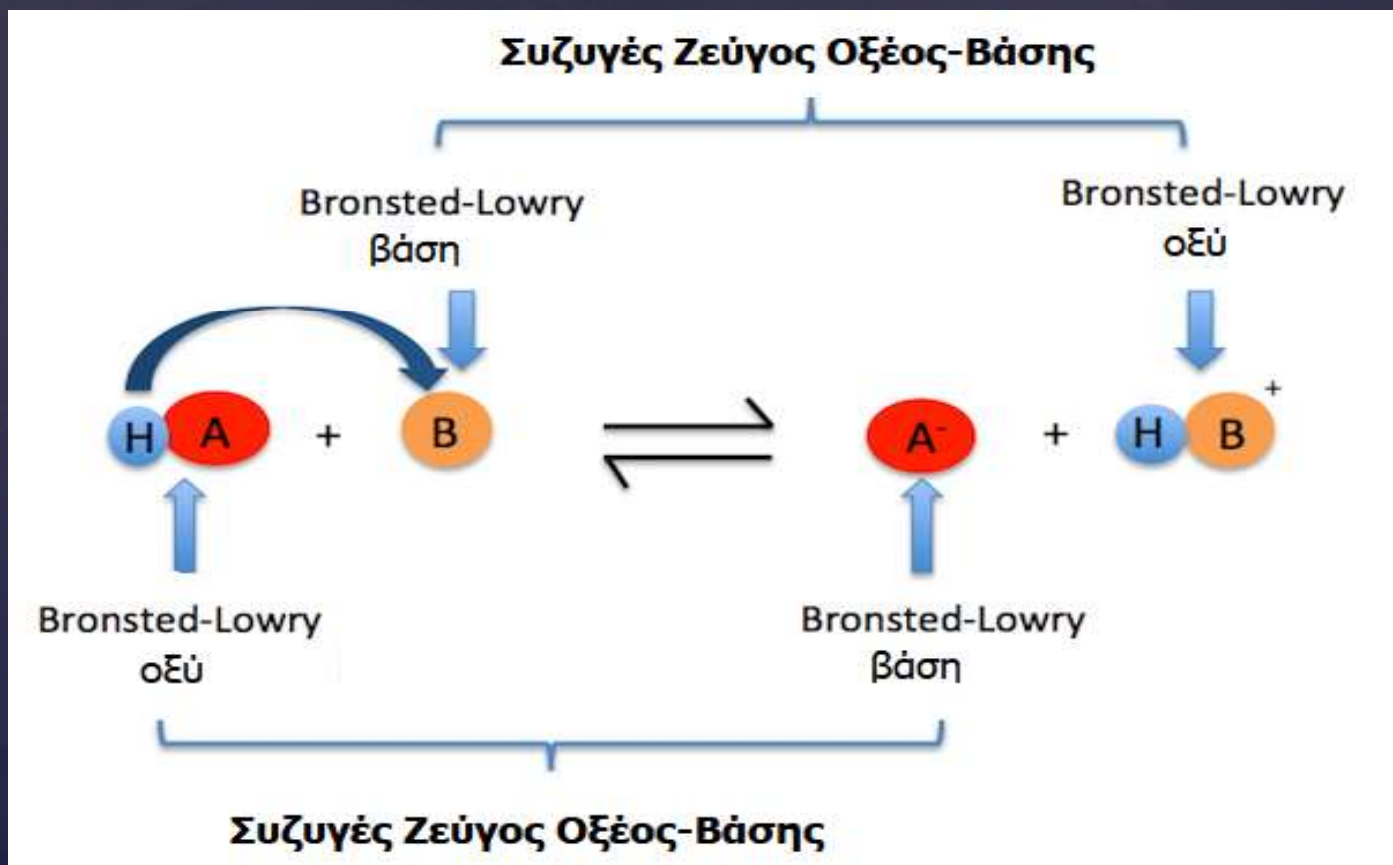
## Ιοντισμός

1. Ομοιοπολικές ενώσεις.
2. Δημιουργία ιόντων (προϊόντα) από την αντίδραση με τα μόρια του διαλύτη (π.χ. νερό).
3. Στις ομοιοπολικές ενώσεις έχουμε πλήρη ή μερικό ιοντισμό.
4. Το νερό αναγράφεται ως αντιδρών στη χημική εξίσωση

# Οξέα, Βάσεις κατά Broensted-Lowry

Broensted-Lowry ΟΞΥ: πρωτονιοΔΟΤΗΣ ( $\rightarrow \text{H}^+$ )

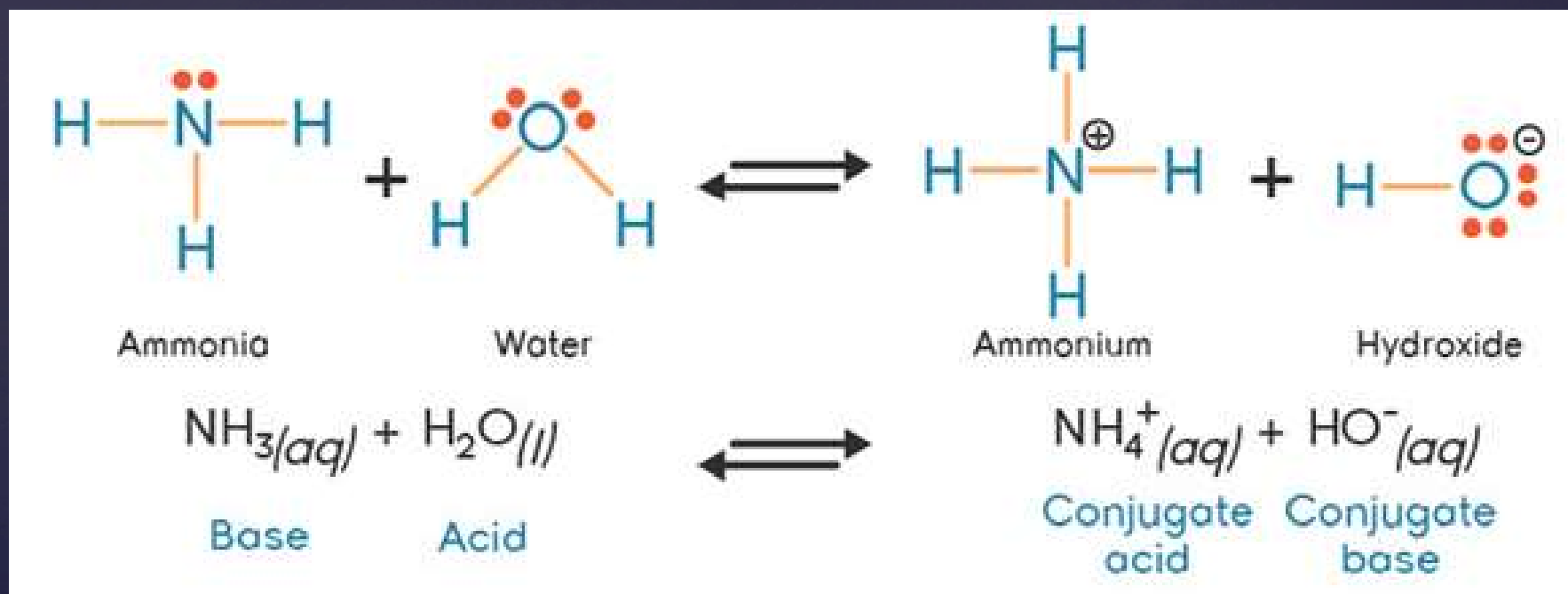
Broensted-Lowry ΒΑΣΗ: πρωτονιοΔΕΚΤΗΣ ( $\leftarrow \text{H}^+$ )



# Οξέα, Βάσεις κατά Broensted-Lowry

Broensted-Lowry ΟΞΥ: πρωτονιοΔΟΤΗΣ (  $\rightarrow \text{H}^+$  )

Broensted-Lowry ΒΑΣΗ: πρωτονιοΔΕΚΤΗΣ (  $\leftarrow \text{H}^+$  )



# Οξέα, Βάσεις κατά Broensted-Lowry και διαφορές με την θεωρία του Arrhenious

## Θεωρία του Arrhenious

1. Όξινος ή Βασικός χαρακτήρας ΜΟΝΟΝ σε υδατικά διαλύματα
2. Οξέα & Βάσεις → ουδέτερα μόρια
3. Εκδήλωση μόνον του όξινου ή του βασικού χαρακτήρα
4. Μια ουσία μπορεί να είναι ή Οξύ ή Βάση
5. Αντίδραση Εξουδετέρωσης :  
$$\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\ell)$$

## Θεωρία των Broensted-Lowry

1. Όξινος ή Βασικός χαρακτήρας σε υδατικά και σε μη-υδατικά διαλύματα
2. Τα Οξέα και οι Βάσεις είναι μόρια ή ιόντα
3. Για την εκδήλωση Όξινου χαρακτήρα απαιτείται παρουσία Βάσης
4. Ο όξινος ή βασικός χαρακτήρας κάποιας ουσίας εξαρτάται από την αντίδραση που συμμετέχει
5. Αντίδραση Εξουδετέρωσης :  
$$\text{O}\Xi\text{Y} (1) + \text{B}\Lambda\text{ΣH} (2) \rightleftharpoons \text{B}\Lambda\text{ΣH} (1) + \text{O}\Xi\text{Y} (2) +$$

# Βαθμός Ιοντισμού

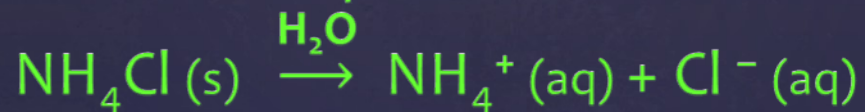
$$\alpha = \frac{n_{\text{ιοντιζονται}}}{n_{\text{αρχικα}}} = \frac{C_{\text{ιοντιζονται}}}{C_{\text{αρχικα}}} = \frac{x}{C} \quad \text{με } 0 < \alpha \leq 1$$

- **Φύση ηλεκτρολύτη** (μοριακή δομή, πχ ατομική ακτίνα)
- **Φύση διαλύτη** (σύγκριση ισχύος μόνο σε ίδιο διαλύτη)
- **Θερμοκρασία** (κάθε ιοντισμός  $\rightarrow \Delta H > 0$ )
- **Αρχική συγκέντρωση ηλεκτρολύτη** ( $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ )
- , και όταν  $C \uparrow$  , τότε  $\alpha \downarrow$  - νόμος αραιώσης του Ostvald )
- **Ε.Κ.Ι.** ( προκαλεί ελάττωση του  $\alpha$  )

# Ηλεκτρολύτες

## ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

- ❖ Άλατα ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Br}$ ,  $\text{RCOONa}$ , κ.α.)
- ❖ Υδροξείδια των μετάλλων [ $\text{M}(\text{OH})_x$ ,  $\text{M}$ :  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$ , κ.α.]
- ❖ ΟΛΟΙ, ισχυροί ηλεκτρολύτες ( $\alpha = 1$ )
- ❖ Διάσταση:



## ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

- Οξέα ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{RCOOH}$ , κ.α.)
- $\text{NH}_3$  & οι αμίνες ( $\text{RNH}_2$ ,  $\text{R}_2\text{NH}$ ,  $\text{R}_3\text{N}$ )
- Αντίδραση ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ  
 $\text{RCOOH} (aq) + \text{H}_2\text{O} (l) \rightleftharpoons \text{RCOO}^- (aq) + \text{H}_3\text{O}^+ (aq)$
- Ισχυροί ηλεκτρολύτες ( $\alpha = 1$ )  
 $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$  & το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1<sup>ο</sup> στάδιο ιοντισμού)
- Ασθενείς ηλεκτρολύτες ( $\alpha < 1$ ), υπόλοιπα οξέα & οι βάσεις  $\text{NH}_3$  και οι αμίνες.

# Σταθερά Ιοντισμού (αραιά υδατικά διαλύματα)

## Ιοντισμός ασθενούς οξέος

| (M)                      | $\text{HA}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$                                                            |    |    |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| Αρχικά                   | C                                                                                                                                                                                                           | —  | —  |
| Ιοντίζονται / Παράγονται | — x                                                                                                                                                                                                         | +x | +x |
| Ιοντική Ισορροπία        | C — x                                                                                                                                                                                                       | x  | x  |
| $K_c$                    | $K_c = \frac{[\text{A}^{-}][\text{H}_3\text{O}^{+}]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{[\text{x}][\text{x}]}{[\text{C} - \text{x}][\text{H}_2\text{O}]} \quad [\text{H}_2\text{O}] = 55,5 \text{ M}$ |    |    |

## Σταθερά Ιοντισμού (αραιά υδατικά διαλύματα ΟΞΕΩΝ)

$$K_c = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA][H_2O]} = \frac{[x][x]}{[C-x][H_2O]} \text{ με } [H_2O] = 55,5M$$

$$K_c \cdot [H_2O] = K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{[x]^2}{[C-x]}$$

Εξαρτάται ΜΟΝΟΝ από την θερμοκρασία

# Σταθερά Ιοντισμού (αραιά υδατικά διαλύματα)

## Ιοντισμός ασθενούς βάσης

| (M)                      | $B_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HB^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$                         |    |    |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| Αρχικά                   | C                                                                                            | —  | —  |
| Ιοντίζονται / Παράγονται | -y                                                                                           | +y | +y |
| Ιοντική Ισορροπία        | C - y                                                                                        | y  | y  |
| $K_c$                    | $K_c = \frac{[HB^+][OH^-]}{[B][H_2O]} = \frac{[y][y]}{[C-y][H_2O]}, [H_2O] = 55,5 \text{ M}$ |    |    |

## Σταθερά Ιοντισμού (αραιά υδατικά διαλύματα ΒΑΣΕΩΝ)

$$K_c = \frac{[HB^+][OH^-]}{[B][H_2O]} = \frac{[y][y]}{[C-y][H_2O]}, \text{ με } [H_2O] = 55,5M$$

$$K_c \cdot [H_2O] = K_b = \frac{[HB^+][OH^-]}{[B]} = \frac{[y]^2}{[C-y]}$$

Εξαρτάται ΜΟΝΟΝ από την θερμοκρασία

Η τιμή των  $K_a$  &  $K_b$  αποτελεί το μέτρο ισχύος των οξέων και βάσεων αντίστοιχα

# Νόμος αραίωσης του Ostwald

Ιοντισμός ασθενούς οξέος( ή βάσης) σε αραιό υδατικό διάλυμα

$$*\alpha = x / C \Leftrightarrow x = \alpha C$$

| (M)                                  | $\text{HA}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{A}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ |             |             |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Αρχικά                               | C                                                                                                                | —           | —           |
| Ιοντίζονται (–)και<br>Παράγονται (+) | $-\alpha C *$                                                                                                    | $+\alpha C$ | $+\alpha C$ |
| Ιοντική Ισορροπία                    | $C - \alpha C$                                                                                                   | $\alpha C$  | $\alpha C$  |

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{(aC)^2}{C(1-a)} = \frac{a^2}{(1-a)} C$$

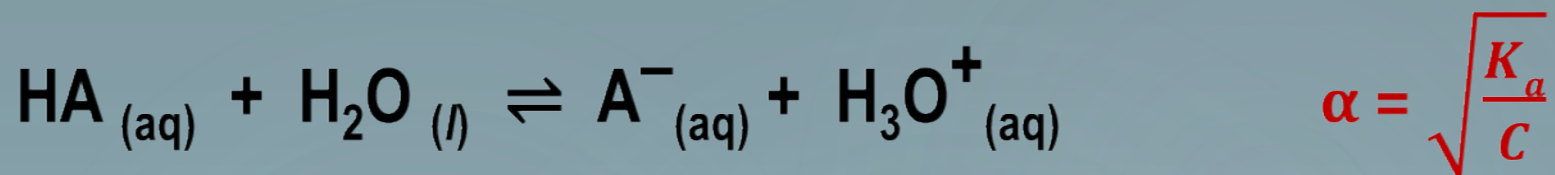
Για  $\alpha \leq 0,1$ ,  $K_a = \alpha^2 C$  ή  $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$  (παρόμοια για  $K_b$ )

## Μελέτη αραιού υδατικού διαλύματος Ασθενούς οξέος HA

Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA ( με  $\alpha_{\text{HA}} < 1$  ) συγκέντρωσης  $C_1 = 0,1 \text{ M}$ . Να εξηγήσετε πως μεταβάλλονται τα μεγέθη των  $K_a$  , α και  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  αν στο διάλυμα αυτό:

- (α) αυξηθεί η θερμοκρασία
- (β) προστεθεί νερό (αραιωθεί)
- (γ) προστεθεί HA (στερεό , άρα χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος)
- (δ) υδατικό διάλυμα HA με  $C_2 = 0,02 \text{ M}$

# Μελέτη αραιού υδατικού διαλύματος Ασθενούς οξέος HA



(α) αυξηθεί η θερμοκρασία

$\Delta H > 0 \rightarrow \text{Le Chatelier} \rightarrow$  δεξιά  $K_a \uparrow$  ,  $a \uparrow$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^{+}] \uparrow$

(β) προστεθεί νερό (αραιωθεί)

$V \uparrow \rightarrow C \downarrow$  ( η σταθερά).  $K_a -$  ,  $a \uparrow$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^{+}] = \sqrt{K_a C}$  ,  $\downarrow$

(γ) προστεθεί HA (στερεό , άρα χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος)

$\text{Le Chatelier} \rightarrow$  δεξιά,  $K_a -$  ,  $a \downarrow$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^{+}] \uparrow$

(δ) υδατικό διάλυμα HA με  $C_2 = 0,02 \text{ M}$

Αραίωση,  $K_a -$  ,  $a \uparrow$  ,  $[\text{H}_3\text{O}^{+}] \downarrow$

# ΑΡΑΙΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΞΕΟΣ ΣΕ ΟΓΚΟ $V_2 = \lambda V_1$

| ΙΣΧΥΡΟ ΟΞΥ ( $\alpha=1$ )                                                                                            | ΑΣΘΕΝΕΣ ΟΞΥ ( $\alpha<1$ )                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ $c \qquad \qquad c \qquad \qquad c$ | $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ $c - x \qquad \qquad x \qquad \qquad x$                                         |
| $c_2 = c_1/\lambda$                                                                                                  | $c_2 = c_1/\lambda$                                                                                                                                                   |
| $\text{ίδια mol, } c_1 V_1 = c_2 V_2, \quad c_1 V_1 = c_2 \lambda V_1$                                               | $\text{ίδια mol, } c_1 V_1 = c_2 V_2, \quad c_1 V_1 = c_2 \lambda V_1$                                                                                                |
| $\alpha = 1, \text{ σταθερό}$ $\text{μονόδρομη αντίδραση}$                                                           | $\alpha_2 = \alpha_1 \sqrt{\lambda}, \text{ Ostwald } \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$                                                                                  |
| $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{\lambda}$ $[\text{H}_3\text{O}^+] = c$                   | $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{\sqrt{\lambda}}$ $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a c}$                                                  |
| $\text{Σταθερά mol}$ $\text{μονόδρομη αντίδραση}$                                                                    | $\text{mol}[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = \sqrt{\lambda} (\text{mol}[\text{H}_3\text{O}^+]_1)$ $\text{mol}[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha (\text{molHA}_{\text{αρχικά}})$ |

# Ιοντισμός του νερού - pH



Οξύ (1) + βάση (2)                      Οξύ (2) + βάση (1)

$$K_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} \Leftrightarrow K_c[\text{H}_2\text{O}]^2 = K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Η σταθερά ιοντισμού του νερού,  $K_w$  είναι σταθερή, και στους 25° C ισούται με  $10^{-14}$  και ισχύει για το νερό και για ΟΠΟΙΟ άλλο υδατικό διάλυμα !

Εξαρτάται ΜΟΝΟΝ από την θερμοκρασία

Η  $K_a$  του ιοντισμού του νερού διαφέρει από την  $K_w$  και είναι

$$K_a = \frac{K_w}{55,5}$$

# Ιοντισμός του νερού - pH

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Σε ένα υδατικό διάλυμα στους 25°C ισχύει:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ οπότε}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \quad \& \quad [\text{OH}^-] = 10^{-7}$$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \rightarrow$  ΟΥΔΕΤΕΡΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-] \rightarrow$  ΟΞΙΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] \rightarrow$  ΒΑΣΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

# Ιοντισμός του νερού - pH

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

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

$$\& \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

| $[\text{H}_3\text{O}^+]$ | 1 M | $10^{-2}$ M | $10^{-5}$ M | $10^{-10}$ M | $10^{-14}$ M |
|--------------------------|-----|-------------|-------------|--------------|--------------|
| pH                       | 0   | 2           | 5           | 10           | 14           |

# Ιοντισμός του νερού - pH

Ουδέτερο διάλυμα:  $\text{pH} = \text{pOH} = \frac{1}{2} \text{pK}_w$

| $[\text{H}_3\text{O}^+]$ | $[\text{OH}^-]$ | pH | pOH |
|--------------------------|-----------------|----|-----|
| 1 M                      | $10^{-14}$ M    | 0  | 14  |
| $10^{-3}$ M              | $10^{-11}$ M    | 3  | 11  |
| $10^{-7}$ M              | $10^{-7}$ M     | 7  | 7   |
| $10^{-10}$ M             | $10^{-4}$ M     | 10 | 4   |

## Σχέση $K_{\alpha(\text{HA})}$ και $K_{\text{b}(\text{A}^-)}$



$$K_{\alpha} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \quad \& \quad K_{\text{b}} = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$$

$$K_{\alpha} \cdot K_{\text{b}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{w}}$$