

**ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ -
ΑΡΧΗ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ**

ΕΡΗ ΜΠΙΖΑΝΗ
4^{ΟΣ} ΟΡΟΦΟΣ, ΓΡΑΦΕΙΟ 2
eribizani@chem.uoa.gr
2107274573

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (1)

- **Αρχή ηλεκτρικής ουδετερότητας**

‘Όλα τα διαλύματα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα γιατί το άθροισμα θετικών φορτίων ισούται με το άθροισμα των αρνητικών φορτίων.

- Δεν υπάρχει στο διάλυμα ανιχνεύσιμη περίσσεια θετικού ή αρνητικού φορτίου

- Εκφράζεται μαθηματικά με μια εξίσωση που περιλαμβάνει τις μοριακές συγκεντρώσεις όλων των ιόντων του διαλύματος -

Εξίσωση Ηλεκτρικής Ουδετερότητας

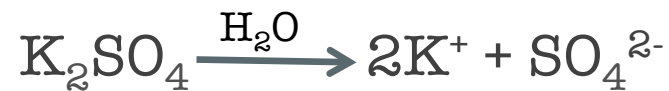
- Χρησιμοποιείται για τη λύση προβλημάτων χημικής ισορροπίας

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (2)

- Αναγκαία συνθήκη είναι η ισότητα θετικών και αρνητικών φορτίων

και όχι θετικών και αρνητικών ιόντων

Παράδειγμα:



2 θετικά φορτία 2 αρνητικά φορτία

- Ισότητα φορτίων
- Όχι ισότητα ιόντων:

2 θετικά ιόντα και 1 αρνητικό ιόν

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (3)

Γενικά για:

Κατιόντα K^{n+} και συγκέντρωση $[K^{n+}]$ 

συγκέντρωση θετικών φορτίων = $n[K^{n+}]$

Ανιόντα A^{m-} και συγκέντρωση $[A^{m-}]$ 

συγκέντρωση αρνητικών φορτίων = $m[A^{m-}]$

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (4)

Για να γράψουμε την εξίσωση Η.Ο. πρέπει:

1. Να γνωρίζουμε όλα τα ιόντα που υπάρχουν στο διάλυμα στην κατάσταση χημικής ισορροπίας
2. Να λαμβάνουμε υπόψη το ηλεκτρικό φορτίο κάθε ιόντος
3. Να εξισώσουμε την ολική συγκέντρωση θετικών φορτίων με την ολική συγκέντρωση αρνητικών φορτίων

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (5)

Λαμβάνουμε υπόψη τα εξής:

- 1 **μονοσθενές κατιόν** (π.χ. Na^+) έχει και επομένως συνεισφέρει στο διάλυμα 1 στοιχειώδες θετικό φορτίο
- 1 **mol μονοσθενούς κατιόντος** (1 mol Na^+) έχει και επομένως συνεισφέρει στο διάλυμα 1 mol στοιχειωδών θετικών φορτίων

Αν $[\text{Na}^+] = 0,1 \text{ M}$ \longrightarrow συγκέντρωση θετικών φορτίων λόγω $\text{Na}^+ = 0,1 \text{ M}$

Αντίστοιχα για μονοσθενή ανιόντα:

- 1 **mol μονοσθενούς ανιόντος** έχει και επομένως συνεισφέρει στο διάλυμα 1 mol στοιχειωδών αρνητικών φορτίων

Αν $[\text{Cl}^-] = 0,1 \text{ M}$ \longrightarrow συγκέντρωση αρνητικών φορτίων λόγω $\text{Cl}^- = 0,1 \text{ M}$

Μονοσθενή κατιόντα: συγκέντρωση θετικών φορτίων = συγκέντρωση κατιόντων

Μονοσθενή ανιόντα: συγκέντρωση αρνητικών φορτίων = συγκέντρωση ανιόντων

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (6)

Για δισθενή κατιόντα (π.χ. Mg^{2+}):

- 1 mol Mg^{2+} συνεισφέρει στο διάλυμα 2 mol στοιχειωδών θετικών φορτίων

Αν $[Mg^{2+}] = 0,1 \text{ M}$ \longrightarrow συγκέντρωση θετικών φορτίων λόγω $Mg^{2+} = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ M}$

Για δισθενή ανιόντα (π.χ. SO_4^{2-}):

- 1 mol SO_4^{2-} συνεισφέρει στο διάλυμα 2 mol στοιχειωδών αρνητικών φορτίων

Αν $[SO_4^{2-}] = 0,1 \text{ M}$ \longrightarrow συγκέντρωση αρνητικών φορτίων λόγω $SO_4^{2-} = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ M}$

Δισθενή κατιόντα: συγκέντρωση θετικών φορτίων = $2 \times$ συγκέντρωση κατιόντων

Δισθενή ανιόντα: συγκέντρωση αρνητικών φορτίων = $2 \times$ συγκέντρωση ανιόντων

Τρισθενή κατιόντα: συγκέντρωση θετικών φορτίων = $3 \times$ συγκέντρωση κατιόντων

Τρισθενή ανιόντα: συγκέντρωση αρνητικών φορτίων = $3 \times$ συγκέντρωση ανιόντων

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (?)

Παράδειγμα 1: Να γραφεί η εξίσωση Η.Ο. για υδατικό διάλυμα ΗCl.



Θετικά ιόντα:

H^+

Αρνητικά ιόντα:

OH^- και Cl^-

Ολικό θετικό φορτίο του διαλύματος οφείλεται: στα H^+ που προέρχονται από

α) πλήρη ιοντισμό του ΗCl

β) ασθενή ιοντισμό του H_2O

Ολική συγκέντρωση θετικών φορτίων = $[\text{H}^+]$

Ολικό αρνητικό φορτίο του διαλύματος οφείλεται: στα Cl^- και OH^-

Ολική συγκέντρωση αρνητικών φορτίων = $[\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$

Αρχή Η.Ο.: Άθροισμα θετικών φορτίων = Άθροισμα αρνητικών φορτίων ή

Ολική συγκέντρωση θετικών φορτίων = Ολική συγκέντρωση αρνητικών φορτίων

Εξίσωση Η.Ο. : $[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$

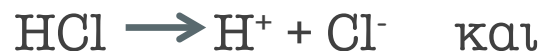
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (8)

Παράδειγμα 2:

Να υπολογισθεί η $[H^+]$ και το pH του διαλύματος HCl $1,00 \times 10^{-8} M$.
Δίνεται για H_2O : $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$

Πολύ αραιό διάλυμα: Πρέπει να ληφθεί υπόψη ο ιοντισμός του H_2O (γενικά: για ισχυρά οξέα αν $c < 10^{-6} M$, δεν μπορεί να αγνοηθεί ο ιοντισμός του H_2O)

Απλούστερος τρόπος λύσης:
Εξίσωση H.O.



$$[Cl^-] = 1,00 \times 10^{-8} M$$

$$[H^+] = [Cl^-] + [OH^-]$$

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1,00 \times 10^{-14} \rightarrow$$

$$[OH^-] = K_w / [H^+]$$

$$[H^+] = 1,00 \times 10^{-8} + K_w / [H^+]$$

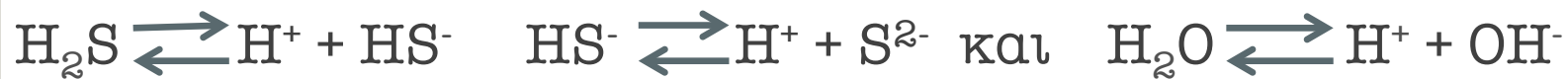
$$[H^+]^2 - 1,00 \times 10^{-8} [H^+] - 1,00 \times 10^{-14} = 0$$

$$[H^+] = 1,05 \times 10^{-7} M,$$

$$pH = 6,98$$

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (9)

Παράδειγμα 3: Να γραφεί η εξίσωση Η.Ο. για υδατικό διάλυμα H_2S .



Εξίσωση Η.Ο. : $[\text{H}^+] = 2[\text{S}^{2-}] + [\text{HS}^-] + [\text{OH}^-]$

Θετικά ιόντα:

H^+

Αρνητικά ιόντα:

OH^- , HS^- και S^{2-}

Ερώτηση: Σε υδατικό διάλυμα H_2S η σχέση $[\text{H}^+] = 2[\text{S}^{2-}]$ ισχύει; Ναί ή όχι και γιατί; Σε περίπτωση λανθασμένης σχέσης να δοθεί η σωστή.

ΟΧΙ, λανθασμένη σχέση. Το H_2S είναι ασθενές οξύ και στο πρώτο και στο δεύτερο στάδιο ιοντισμού.

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (10)

Παράδειγμα 4: Να γραφεί η εξίσωση Η.Ο. για υδατικό διάλυμα H_3PO_4 .



Εξίσωση Η.Ο. :

$$[\text{H}^+] = 3 [\text{PO}_4^{3-}] + 2 [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{OH}^-]$$

Θετικά ιόντα:

H^+

Αρνητικά ιόντα:

OH^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} και PO_4^{3-}

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (11)

Παράδειγμα 5: Να γραφεί η εξίσωση Η.Ο. για υδατικό διάλυμα Na_2S .



Εξίσωση Η.Ο. :



Θετικά ιόντα:
 H^+ και Na^+
Αρνητικά ιόντα:
 OH^- , HS^- και S^{2-}

ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ (12)

Γενική μορφή της εξίσωσης Ηλεκτρικής Ουδετερότητας

Διάλυμα: Κατιόντα K_1^{v+} , $K_2^{\mu+}$, $K_3^{\lambda+}$,

σε συγκεντρώσεις $[K_1^{v+}]$, $[K_2^{\mu+}]$, $[K_3^{\lambda+}]$,

Ανιόντα A_1^{n-} , A_2^{m-} , A_3^{p-} ,

σε συγκεντρώσεις $[A_1^{n-}]$, $[A_2^{m-}]$, $[A_3^{p-}]$,

Εξίσωση Ηλεκτρικής Ουδετερότητας:

$$v[K_1^{v+}] + \mu[K_2^{\mu+}] + \lambda[K_3^{\lambda+}] + \dots = n[A_1^{n-}] + m[A_2^{m-}] + p[A_3^{p-}] + \dots$$

Οι αγκύλες δηλώνουν μοριακές συγκεντρώσεις, τις συγκεντρώσεις των ιόντων στην κατάσταση χημικής ισορροπίας.

ΑΡΧΗ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΑΖΑΣ (1)

- Ο αριθμός των ατόμων ενός στοιχείου παραμένει σταθερός στις συνήθεις χημικές αντιδράσεις γιατί ούτε δημιουργούνται ούτε καταστρέφονται άτομα.
- Εκφράζεται μαθηματικά με μια εξίσωση που περιλαμβάνει τις συγκεντρώσεις όλων των σωματιδίων που περιέχουν ένα συγκεκριμένο στοιχείο
- Δηλαδή:

Η ολική συγκέντρωση ενός στοιχείου είναι ίση με το άθροισμα των μοριακών συγκεντρώσεων όλων των σωματιδίων που περιέχουν το συγκεκριμένο στοιχείο. Πολλαπλασιάζουμε τη συγκέντρωση καθενός σωματιδίου με ένα συντελεστή που είναι ίσος με τον αριθμό των ατόμων του στοιχείου ανά σωματίδιο

- Η εξίσωση λέγεται **Εξίσωση Ισοστάθμισης Μάζας**

ΑΡΧΗ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΑΖΑΣ (2)



δεν δηλώνουν το ίδιο πράγμα

$C_{\text{H}_2\text{S}} = 0,1 \text{ M}$ → ολική συγκέντρωση H_2S

$[\text{H}_2\text{S}]$ → συγκέντρωση αδιάστατων μορίων H_2S σε κατάσταση χημικής ισορροπίας

ΑΡΧΗ

ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΑΖΑΣ (3)

Παράδειγμα 1: Να γραφούν οι εξισώσεις Ι.Μ. για υδατικό διάλυμα $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $c = 1,0 \times 10^{-5} \text{ M}$.



Εξίσωση Ι.Μ. Cl: $[\text{Cl}^-] = c = 1,0 \times 10^{-5} \text{ M}$

Εξίσωση Ι.Μ. Ag: $[\text{Ag}^+] + [\text{Ag}(\text{NH}_3)^+] + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = c = 1,0 \times 10^{-5} \text{ M}$

Εξίσωση Ι.Μ. N: $[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] + [\text{Ag}(\text{NH}_3)^+] + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = 2c =$

$2,0 \times 10^{-5} \text{ M}$

ΑΡΧΗ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΑΖΑΣ (4)

Παράδειγμα 2: Να γραφεί η εξίσωση Ι.Μ. και Η.Ο. για υδατικό διάλυμα Na_3PO_4 , $c = 0,1 \text{ M}$.



Εξίσωση Ι.Μ. Na : $[\text{Na}^+] = 3c = 0,3 \text{ M}$

Εξίσωση Ι.Μ. P : $[\text{PO}_4^{3-}] + [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{H}_3\text{PO}_4] = c = 0,1 \text{ M}$

Εξίσωση Η.Ο. :



ΑΡΧΗ

ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΑΖΑΣ (5)

Παράδειγμα 3: Να γραφεί η εξίσωση Ι.Μ. και Η.Ο. για υδατικό διάλυμα Na_2S , $c = 0,1 \text{ M}$.



Εξίσωση Η.Ο. : $[\text{H}^+] + [\text{Na}^+] = 2[\text{S}^{2-}] + [\text{HS}^-] + [\text{OH}^-]$

Εξίσωση Ι.Μ. Na : $[\text{Na}^+] = 2c = 0,2 \text{ M}$

Εξίσωση Ι.Μ. S : $[\text{S}^{2-}] + [\text{HS}^-] + [\text{H}_2\text{S}] = c = 0,1 \text{ M}$