

ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

**pH (πε-χα)**

- Έχει διαπιστωθεί ότι το εντελώς καθαρό νερό παρουσιάζει μια πολύ μικρή αγωγιμότητα (δηλ. παρουσία διαλυμένων ιόντων), η οποία αποδείχτηκε ότι οφείλεται στον ιοντισμό πολύ μικρού αριθμού μορίων νερού,
- δηλαδή **Το νερό σε πολύ μικρό βαθμό ΑΥΤΟΙΟΝΤΙΖΕΤΑΙ σύμφωνα με την αντίδραση:**



- Συνεπώς, το νερό είναι ταυτόχρονα και ασθενές οξύ και ασθενής βάση, διότι από τη διάσταση ενός μορίου του προκύπτει ένα ιόν υδρογόνου,  $\text{H}^+$ , (ή ορθότερα οξωνίου,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) και ένα ιόν υδροξυλίου,  $\text{OH}^-$ .

**pH:** Για την διευκόλυνση των υπολογισμών με ιόντα οξωνίου προτάθηκε η έννοια του pH , το οποίο αποτελεί μέτρο οξύτητας των διαλυμάτων.

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

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

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

**$\text{pH} + \text{pOH} = 14$**  (σε  $\theta: 25^\circ\text{C}$ )

pH	[H <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]	pOH	
0	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-14</sup>	14	} Οξύνο διάλυμα
1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-13</sup>	13	
2	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-12</sup>	12	
3	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-11</sup>	11	
4	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-10</sup>	10	
5	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-9</sup>	9	
6	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-8</sup>	8	} Ουδέτερο διάλυμα
7	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup>	7	
8	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-6</sup>	6	} Βασικό διάλυμα
9	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-5</sup>	5	
10	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-4</sup>	4	
11	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-3</sup>	3	
12	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-2</sup>	2	
13	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	
14	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>0</sup>	0	

**Σε όλα τα υδατικά διαλύματα / 25 °C :**

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

**Σε ουδέτερα διαλύματα και στο νερό / 25 °C**

$$\text{pH} = 7 = \text{pOH}$$

**Σε όξινα διαλύματα / 25 °C**

$$\text{pH} < 7 < \text{pOH}$$

**Σε βασικά (αλκαλικά) διαλύματα / 25 °C**

$$\text{pH} > 7 > \text{pOH}$$

- Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία , αυξάνεται και η  $K_w$ , διότι ο ιοντισμός του νερού είναι ενδόθερμο φαινόμενο.
- Σε πολύ αραιά διαλύματα ισχυρών οξέων ή βάσεων ( $C < 10^{-6}$  M) λαμβάνεται υπόψη και ο ιοντισμός του νερού
- Σε όλα τα υδατικά διαλύματα υπάρχουν  $H_3O^+$  και  $OH^-$ .
- Για να υπολογίσουμε τις τιμές των :  $[H_3O^+]$ ,  $[OH^-]$ , pH και pOH, είναι προφανές ότι αν βρούμε την τιμή ενός εξ' αυτών, εύκολα μπορούμε να βρούμε τις τιμές των υπολοίπων.
- Π.χ. αν γνωρίζουμε ότι  $[OH^-] = 10^{-3}$  M εύκολα υπολογίζουμε την τιμή  $[H_3O^+] = 10^{-11}$  M και στη συνέχεια των pH = 11 και pOH = 3

# Χρησιμότητα του pH

- Η γνώση και ο έλεγχος της  $[H^+]$  είναι συχνά απαραίτητα στην ποιοτική ανάλυση γιατί ο διαχωρισμός ορισμένων ιόντων επιτυγχάνεται μόνο σε αυστηρά καθορισμένες συνθήκες οξύτητας.
- Κατά την διερεύνηση μιας αντίδρασης ή κατά την ανάπτυξη μιας αναλυτικής μεθόδου είναι αναγκαία η μελέτη της επίδρασης του pH.
- Η  $[H^+]$  στο έδαφος μπορεί να επηρεάσει την δυνατότητα αφομοίωσης των θρεπτικών στοιχείων, την τοξική επίδραση κάποιων στοιχείων και την δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους.



# *Τιμές του pH για διαλύματα συνηθισμένων ουσιών*

Ουσία/Διάλυμα	pH
Διάλυμα υδροχλωρίου (HCl) 1 M	0
Γαστρικό υγρό	1,5
Χυμός λεμονιού	2,4
Coca-Cola	2,5
Ξύδι	2,9
Χυμός πορτοκαλιού	3
Μπύρα	4,5
καφές	5,0
Τσάι	5,5
όξινη βροχή	< 5,6
Γάλα	6,5
Καθαρό νερό	7,0
Σάλιο υγιούς ατόμου	6,5-7,4
Αίμα	7,35 – 7,45
Θαλασσινό νερό	8,0
Σαπούνι	9,0 – 10,0
αμμωνία εμπορίου	11,5
χλωρίνη	12
Διάλυμα NaOH 1 M	14

# Προσδιορισμός του pH

## ***Ο προσδιορισμός του pH πραγματοποιείται με:***

- Χρωματομετρικές μεθόδους χρησιμοποιούνται ειδικές οργανικές ουσίες (δείκτες), οι οποίες έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν χρώμα μέσα σε καθορισμένα όρια pH.***
- Ηλεκτρομετρικές μεθόδους ο προσδιορισμός του pH γίνεται με ειδικά όργανα, τα πεχάμετρα***

# 1. Χρωματομετρικοί μέθοδοι

▣ Στις χρωματομετρικές μεθόδους ο προσδιορισμός του pH γίνεται με την χρήση ενώσεων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται ηλεκτρολυτικοί δείκτες.

▣ Οι δείκτες είναι ασθενή οργανικά οξέα ή ασθενείς οργανικές βάσεις των οποίων τα αδιάστατα μόρια έχουν διαφορετικό χρώμα από το χρώμα των ανιόντων (για οξέα) ή των κατιόντων (για βάσεις).

▣ Με την χρήση ενός δείκτη δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακριβώς το pH ενός διαλύματος.

▣ Αν π.χ το χρώμα του δείκτη κόκκινο του μεθυλίου είναι κόκκινο το διάλυμα έχει  $\text{pH} < 4,2$ , ενώ αν είναι κίτρινο το διάλυμα έχει  $\text{pH} > 6,3$ .

▣ Για μεγαλύτερη ακρίβεια στον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιούνται τα πεχαμετρικά χαρτιά τα οποία είναι εμποτισμένα με πολλούς δείκτες. Ανάλογα με το pH του διαλύματος το pHμετρικό χαρτί παίρνει χρώμα που είναι συνδυασμός των χρωμάτων όλων των δεικτών.



Δείκτης	Χρώμα	pH αλλαγής	Χρώμα	
μπλε της θυμόλης	Κόκκινο	1,2–2,8	Κίτρινο	<b>Επεξήγηση:</b> το μπλε της θυμόλης έχει κόκκινο χρώμα σε $pH < 1,2$ και κίτρινο σε $pH > 2,8$ . Στην ενδιάμεση περιοχή 1,2-2,8 έχει ανάμεικτο χρώμα, όχι σαφές.
Ηλιανθίνη	Κόκκινο	3.2–4,2	Πορτοκαλί	
κόκκινο του μεθυλίου	Κόκκινο	4,2–6,3	Κίτρινο	
μπλε της βρωμοθυμόλης	Κίτρινο	6,0–7,6	Μπλε	
κόκκινο της φαινόλης	Κίτρινο	6,8–8,4	Κόκκινο	
φαινολοφθαλείνη	άχρωμο	8,2–10,0	ροζ	

## 2. Ηλεκτρομετρικοί μέθοδοι

- Βασίζεται στην μέτρηση του pH με ειδική συσκευή που ονομάζεται πεχάμετρο.
- Τα πεχάμετρα μετρούν με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού ψηφίου (+/- 0,01).

Ενώ

- ✓ Τα πεχαμετρικά χαρτιά έχουν μικρότερη ακρίβεια από τα πεχάμετρα.
- ✓ Τα πεχαμετρικά χαρτιά έχουν ακρίβεια 1 μονάδα pH (ή πιο σπάνια 0,5)

# Προσδιορισμός pH με χρήση πεχαμετρικού χαρτιού και pHμετρου

## Πειραματική Πορεία

**Χημικές Ουσίες και όργανα:** Διάλυμα HCl ή NaOH συγκέντρωσης 0,0001M, απιοντισμένο H<sub>2</sub>O, pHμετρικό χαρτί, pHμετρο

## Μέθοδος

- ✓ Προσδιορίστε με pHμετρικό χαρτί το pH των διαλυμάτων βυθίζοντας το μέσα σε κάθε διάλυμα και σημειώστε τη τιμή που προσδιορίσατε .
- ✓ Μετρήστε το pH των διαλυμάτων με pHμετρο βυθίζοντας το ηλεκτρόδιο στο διάλυμα και σημειώστε τη τιμή που μετρήσατε.



## Συμπερασματικά

Το pH μπορεί να μετρηθεί με μεγάλη ακρίβεια αν χρησιμοποιήσουμε ένα ηλεκτρονικό όργανο που ονομάζεται **πεχάμετρο**.



Για την μέτρηση του pH κατά προσέγγιση χρησιμοποιούμε ένα πολύ φθηνότερο «εργαλείο» που ονομάζεται **πεχαμετρικό χαρτί**. Συνήθως το πεχαμετρικό χαρτί είναι εμποτισμένο με ένα μίγμα δεικτών που ονομάζεται γενικός δείκτης (universal indicator).



# pH-μετρα



# pH-μετρα

