

## Εργαστηριακή άσκηση 2

### ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΙΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗΣ

Η σκληρότητα του νερού οφείλεται στα διαλυμένα πολυσθενή μεταλλικά ιόντα. Συνήθως όμως στα φυσικά νερά το άθροισμα των συγκεντρώσεων του ασβεστίου και του μαγνησίου διαφέρει πολύ λίγο από το άθροισμα των συγκεντρώσεων όλων των πολυσθενών μεταλλικών ιόντων και έτσι η ολική σκληρότητα θεωρείται για πρακτικούς λόγους ίση με το άθροισμα της σκληρότητας του ασβεστίου και του μαγνησίου.

$$\text{Ολική σκληρότητα} = \text{σκληρότητα ασβεστίου} + \text{σκληρότητα μαγνησίου}$$

Η ολική σκληρότητα μετριέται με ογκομέτρηση ενός δείγματος νερού (σε pH=10±0,1) με διάλυμα δινάτριου άλατος του αιθυλένο-διάμινο-τετραοξικού οξέος (EthyleneDiaminoTetraAcetic, EDTA ή Edetic acid) και χρησιμοποίηση Eriochrome black T σαν δείκτη.

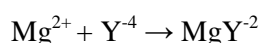
Το EDTA αντιδρά αρχικά με το ασβέστιο



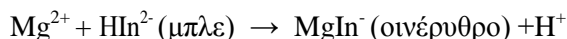
όπου:  $\text{HY}^{-3}$ ,  $\text{Y}^{-4}$  ανιόντα του EDTA

(σε pH 10 συνυπάρχουν και τα δύο, σε pH>12 παραμένει μόνο το δεύτερο)

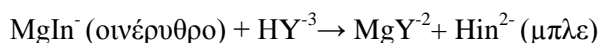
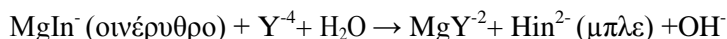
και στη συνέχεια αντιδρά με το μαγνήσιο



Ο δείκτης όμως που έχει προστεθεί στο προς ογκομέτρηση δείγμα νερού έχει σχηματίσει την παρακάτω ένωση με το μαγνήσιο:



Αφού το EDTA συμπλοκοποιήσει όλο το ελεύθερο (σε διάλυση) μαγνήσιο στη συνέχεια αντιδρά και με το μαγνήσιο το οποίο είναι συνδεδεμένο με τον δείκτη ως εξής:



Η αλλαγή του χρώματος από οινέρυθρο σε μπλε αντιστοιχεί στο σημείο τέλους της συμπλοκομετρικής ογκομέτρησης. Σημειώνεται ότι για να γίνει ο προσδιορισμός όπως αναφέρθηκε παραπάνω θα πρέπει το pH να είναι αυστηρά ρυθμισμένο στην περιοχή 10±0,1.

Για να προσδιορισθεί μόνο η σκληρότητα του ασβεστίου γίνεται ανύψωση του pH σε τιμή πάνω 12 έως 13 οπότε το μαγνήσιο κατακρημνίζεται σαν ίζημα υδροξειδίου του μαγνησίου. Στην συνέχεια γίνεται συμπλοκομετρική ογκομέτρηση με EDTA και το σημείο τέλους αντιστοιχεί στην αλλαγή χρώματος του δείκτη από πορφυρό σε μπλε (χρησιμοποιείται σαν δείκτης Calcon<sup>®</sup> ή Eriochrome Blue Black R).

Εάν μετρηθεί και η ακαλακικότητα του νερού όπως έχει αναφερθεί στην εργαστηριακή άσκηση 1 είναι δυνατόν να υπολογισθούν οι διάφορες μορφές σκληρότητας όπως π.χ. ανθρακική σκληρότητα και μη ανθρακική σκληρότητα.

Θα γίνει εργαστηριακή μελέτη της αποσκλήρυνσης νερού με χημική κατακρήμνιση. Η αποσκλήρυνση αυτού του τύπου γίνεται κυρίως με χρησιμοποίηση υδροξειδίου του ασβεστίου. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του νερού που υποβάλλεται σε αποσκλήρυνση καθώς και τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για το επεξεργασμένο νερό μπορεί να γίνεται χρήση στοιχειομετρικής δόσης ή περίσσειας υδροξειδίου του ασβεστίου καθώς και προσθήκη ή όχι ανθρακικού νατρίου (σόδα). **Επίσης σε μερικές περιπτώσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εξ' ολοκλήρου ή παράλληλα με το υδροξείδιο του ασβεστίου καυστικό νάτριο.** Η εργαστηριακή αυτή άσκηση θα γίνει με τη βοήθεια αναδευτήρα έξι θέσεων με κουπιά και φωτεινή βάση.

Τονίζεται ότι η διεργασία της αποσκλήρυνσης που εξετάζεται στην παρούσα άσκηση είναι διεργασία χημικής κατακρήμνισης και η θεωρητική της βάση έχει ως εξής: Μετά από προσθήκη χημικών στο νερό σχηματίζονται με διαλυτά συστατικά ενώσεις μικρής διαλυτότητας οι οποίες μπορούν να αφαιρεθούν με καθίζηση. Για να γίνει όμως αυτή η αφαίρεση θα πρέπει οι κρυσταλλίτες και τα άμορφα ιζήματα που σχηματίζονται να υποβοηθηθούν ώστε να αποκτήσουν ικανοποιητικά χαρακτηριστικά καθίζησης. Αυτό που γίνεται στην πράξη είναι η προσθήκη των χημικών σε δεδαμενές όπου γίνεται μια μέση ανάμιξη με ελάχιστο επίπεδο εκείνο που αντιστοιχεί σε συνθήκες ομοιογενοποίησης του περιεχομένου της δεξαμενής. Ο χρόνος που διαρκεί η ανάμιξη είναι αυτός που απαιτείται για να σχηματισθούν ευμεγέθεις κρύσταλλοι και βρίσκεται από εργαστηριακές μελέτες. Στη συνέχεια ακολουθεί καθίζηση για διαχωρισμό των ιζημάτων και παραλαβή διαυγασμένου υπερκείμενου υγρού.

### **Προσδιορισμοί**

Θα γίνει προσδιορισμός της ολικής σκληρότητας, της σκληρότητας ασβεστίου και της ακαλικότητας στο νερό της Πανεπιστημιούπολης Πατρών (Νερό Α), στο νερό της Πόλης των Πατρών (Νερό Β), σε νερό πλούσιο σε μαγνήσιο (Νερό Γ) και σε νερό φτωχό σε μαγνήσιο (Νερό Δ)

### **Εργαστηριακή μελέτη αποσκλήρυνσης**

1. Γίνεται μέτρηση του pH, της αλκαλικότητας και της σκληρότητας (ασβεστίου και μαγνησίου) του νερού από το δίκτυο ύδρευσης της Πανεπιστημιούπολης Πατρών.

2. Γεμίζονται έξι γυάλινα ποτήρια του ενός λίτρου με 0,9 L νερό το καθένα και τοποθετούνται στις θέσεις 1, 2, 3, 4, 5 και 6 του αναδευτήρα των έξι θέσεων.

3. Με τη βοήθεια σιφωνίου μεταφέρονται σε πλαστικά δισκία που βρίσκονται πάνω στη φωτεινή βάση και μπροστά ακριβώς από τα ποτήρια 1,2,3,4,5 και 6 όγκοι διαλύματος καυστικού νατρίου 2N ως εξής:

Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4	Θέση 5	Θέση 6
1 mL	4 mL	8 mL	12 mL	16 mL	20 mL

4. Γίνεται όσον το δυνατόν ταυτόχρονη προσθήκη του διαλύματος καυστικού νατρίου στα έξι ποτήρια και τοποθετείται σε λειτουργία η διάταξη ανάδευσης με ταχύτητα περιστροφής των κουπιών στις 30 rpm επί 20 min και μετά την πάροδο του χρόνου αυτού τοποθετείται εκτός λειτουργίας το σύστημα ανάδευσης, ανασύρονται τα κουπιά από τα ποτήρια και ακολουθεί καθίζηση επί 20 min .

5. Μετά το πέρας της καθίζησης λαμβάνονται προσεκτικά δείγματα και μετριέται η θολότητα, το pH, η αλκαλικότητα και η σκληρότητα ασβεστίου και μαγνησίου.

### **Καταγραφή αποτελεσμάτων και υποβολή έκθεσης**

Τα αποτελέσματα των προσδιορισμών στα δείγματα νερού Α, Β, Γ και Δ καθώς και των προσδιορισμών που αντιστοιχούν στις θέσεις 1, 2, 3, 4, 5 και 6 κατά την εργαστηριακή μελέτη μεταφέρονται στον Πίνακα για καταγραφή πειραματικών στοιχείων. Εντός 15 ημερών από την πραγματοποίηση της εργαστηριακής άσκησης 2 οι φοιτητές υποβάλλουν έκθεση ,όπου υπολογίζονται οι διάφορες ποιοτικές παράμετροι και αξιολογούνται τα πειραματικά αποτελέσματα.

Δείγμα	pH	Αλκαλικότητα: (mL δείγματος.....) α. mL οξέος 0,02N μέχρι pH 8,3 β. mL οξέος 0,02N (pH 8,3 →pH 4,5)	Σκληρότητα ολική, mL δείγματος/mL 0,01 M EDTA	Σκληρότητα ασβεστίου, mL δείγματος/mL 0,01 M EDTA	Θολότητα, NTU
<u>Νερό Α</u>		α..... β.....			
<u>Νερό Β</u>		α..... β.....			
<u>Νερό Γ</u>		α..... β.....			
<u>Νερό Δ</u>		α..... β.....			
<b>Θέση 1</b>		α..... β.....			
<b>Θέση 2</b>		α..... β.....			
<b>Θέση 3</b>		α..... β.....			
<b>Θέση 4</b>		α..... β.....			
<b>Θέση 5</b>		α..... β.....			
<b>Θέση 6</b>		α..... β.....			