

## ΧΗΜΕΙΑ

### 1. Πώς πραγματοποιείται η χημική αποσκλήρυνση του νερού;

Ως **σκληρότητα του νερού** χαρακτηρίζουμε το σύνολο των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου που περιέχεται σε αυτό. Η σκληρότητα του νερού διακρίνεται σε παροδική, μόνιμη και ολική. Παροδική καλείται η σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  και απομακρύνεται με τον βρασμό, οπότε τα ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά μετατρέπονται σε αδιάλυτα ουδέτερα ανθρακικά. Μόνιμη καλείται η σκληρότητα που οφείλεται στα διαλυμένα χλωριούχα και θειικά άλατα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  και δεν απομακρύνεται με τον βρασμό. Ολική, τέλος, σκληρότητα είναι το άθροισμα της μόνιμης και της παροδικής σκληρότητας.

Επομένως, για να προσδιοριστεί η ολική σκληρότητα του νερού, αρκεί να βρεθεί η περιεκτικότητά του σε ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου συνολικά.

Όλα σχεδόν τα πόσιμα νερά περιέχουν, εκτός από τα όξινα ανθρακικά άλατα, και άλλα που διαλύνονται στο νερό, όταν αυτό τα συναντά στο έδαφος, όπως χλωριούχο νάτριο ( $\text{NaCl}$ ), θειικό ασβέστιο ( $\text{CaSO}_4$ ), θειικό μαγνήσιο ( $\text{MgSO}_4$ ) κ.λπ. Όταν το νερό περιέχει μεγάλη ποσότητα διαλυμένων αλάτων, λέγεται σκληρό νερό. Το σκληρό νερό είναι ακατάλληλο για την πλύση με σαπούνι, γιατί σχηματίζονται σε αυτό αδιάλυτοι σάπωνες ασβεστίου και μαγνησίου, δηλαδή ελαϊκά, παλμιτικά και στεατικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, που δεν έχουν καμία απορρυπαντική ικανότητα και, επιπλέον, δεν σχηματίζεται καθόλου αφρός σαπουνιού. Το σκληρό

νερό προκαλεί διάφορες σοβαρές βιομηχανικές ενοχλήσεις στους ατμολέβητες και αφήνει μετά την εξάτμιση σημαντικές ποσότητες στερεών αποθεμάτων (πουρί).

Παλαιότερα, η αποσκλήρυνση του νερού, δηλαδή η αφαίρεση των όξινων ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου, γινόταν χημικώς, αναμειγνύοντας και αναταράζοντας το νερό με υδροξείδιο του ασβεστίου. Μετά την ανατάραξη, κατακαθόταν το ευδιάλυτο όξινο ανθρακικό ασβέστιο ως αδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο. Αφηνόταν να καταπέσει το στερεό ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) και λαμβανόταν το διανγές νερό, που ήταν σχεδόν χωρίς σκληρότητα. Άλλωστε, στην αντίδραση αυτή οφείλεται ο σχηματισμός των σταλακτιτών (από την οροφή του σπηλαίου) και των σταλαγμιτών (από το δάπεδο).

Το άλατα στο νερό δημιουργούν θετικά και αρνητικά ιόντα, που δίνουν στο νερό την ικανότητα να μεταφέρει ηλεκτρικά φορτία. Την ικανότητα αυτή τη μετράμε με τα αγωγιμόμετρα σε  $\mu\text{S}/\text{cm}$  και μας δίνει μια ένδειξη της ποσότητας των αλάτων.

Εδώ και πολλά χρόνια χρησιμοποιείται η μέθοδος αποσκλήρυνσης με περμούίτες. Οι περμούίτες είναι τεχνητοί ζεόλιθοι (ένυδρα πολυπυριτικο-αργιλικά άλατα αλκαλίων, όπως ο νατρόλιθος). Το σκληρό νερό αφήνεται να κατέλθει από έναν στενό πύργο γεμάτο με κόκκους περμούίτη, οπότε τα κατιόντα του ασβεστίου και του μαγνησίου που περιέχονται στο σκληρό νερό ανταλλάσσονται με ισοδύναμη ποσότητα κατιόντων νατρίου από τον ζεόλιθο, ενώ τα ανιόντα παραμένουν στο νερό. Η ανταλλαγή αυτή είναι αμφίδρομη και, όταν ξεντληθεί ο ζεόλιθος, δηλαδή όταν όλο το νάτριο αντικατασταθεί από ασβέστιο και μαγνήσιο, τότε διαβιβάζεται από τον πύργο διάλυμα χλωριούχου νατρίου, το οποίο εκτοπίζει το ασβέστιο ή το μαγνήσιο που είναι ενωμένο με τον ζεόλιθο και, έτσι, «αναγεννάται» ο ζεόλιθος.

Πιο σύγχρονη μέθοδος αποσκλήρυνσης του νερού είναι η μέθοδος με ιοντοανταλλαγή. Κατά τη μέθοδο αυτή, είναι δυνατόν να αφαιρούνται και τα θετικά και τα αρνητικά ιόντα με χρησιμοποίηση κατάλληλων συνθετικών ρητινών από γιγαντιαία οργανικά μόρια. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται ως απεσταγμένο.

Τα τελευταία χρόνια, η αφαίρεση των ιόντων από το νερό γίνεται με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμασης, συστήματα RO, όπου το νερό περνά από ειδικές μεμβράνες και γίνεται κατακράτηση των αλάτων, τα οποία απομακρύνονται μαζί με μια ποσότητα από το εισερχόμενο νερό περίπου 35%. Το υπόλοιπο 65% το περνούμε ως παραγωγή και είναι απηλλαγμένο από το 99,5% των αρχικών ιόντων. Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να πάρουμε νερό με αγωγιμότητα χαμηλότερη από 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , δηλαδή απεσταγμένο.

Σε συνδυασμό με τις άλλες μεθόδους, έχουμε το υπερκαθαρό νερό με αγωγιμότητα χαμηλότερη του  $0,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

## 2. Να αναλύσετε συνοπτικά την έννοια διαχείρισης των απορριμμάτων.

Με τον όρο «διαχείριση απορριμμάτων» νοείται το σύνολο των απαιτούμενων ενεργειών, που περιλαμβάνει:

- την εκτίμηση της ποσότητας και της ποιότητας των απορριμμάτων, δηλαδή εάν είναι «αστικά απόβλητα», επικίνδυνα βιομηχανικά ή μολυσματικά απόβλητα, αδρανή ή ίλυες;
- την προσωρινή αποθήκευσή τους (ξεχωριστή για επικίνδυνα απορρίμματα ή για υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν).
- την καλύτερη οργάνωση ενός συστήματος συλλογής (με ενδεχόμενη διαλογή στην πηγή).
- τη μεταφορά τους στη θέση μεταφόρτωσης, επεξεργασίας ή διάθεσης.
- την τελική επεξεργασία και διάθεσή τους σε κάποιον αποδέκτη.

Σκοπός των παραπάνω ενεργειών είναι η προστασία της δημοσίας υγείας και του περιβάλλοντος.

## 3. Τι ορίζεται ως σκληρότητα νερού; Σε ποιες κατηγορίες διακρίνεται και ποιες είναι οι μονάδες μέτρησης;

Ως σκληρότητα του νερού χαρακτηρίζουμε το σύνολο των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου που περιέχεται σε αυτό. Η σκληρότητα του

νερού διακρίνεται σε παροδική, μόνιμη και ολική. Παροδική καλείται η σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  και απομακρύνεται με τον βρασμό, οπότε τα ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά μετατρέπονται σε αδιάλυτα ουδέτερα ανθρακικά. Μόνιμη καλείται η σκληρότητα που οφείλεται στα διαλυμένα χλωριούχα και θειικά άλατα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  και δεν απομακρύνεται με τον βρασμό. Ολική, τέλος, σκληρότητα είναι το άθροισμα της μόνιμης και της παροδικής σκληρότητας.

Επομένως, για να προσδιοριστεί η ολική σκληρότητα του νερού, αρκεί να βρεθεί η περιεκτικότητά του σε ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου συνολικά.

Η σκληρότητα του νερού μετράται σε mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , σε γερμανικούς βαθμούς και σε γαλλικούς βαθμούς.

Για τη μετατροπή από τη μία μονάδα μέτρησης σε άλλη ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

- 1 γαλλικός βαθμός = 0,56 γερμανικοί
- 1 γερμανικός βαθμός = 1,79 γαλλικοί
- 1 γαλλικός βαθμός = 10 mg  $\text{CaO}/\text{L}$
- 1 γερμανικός βαθμός = 17,9 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$

#### Χαρακτηρισμός του νερού ανάλογα με το επίπεδο σκληρότητας

Χαρακτηρισμός νερού	Γαλλικοί βαθμοί	Γερμανικοί βαθμοί	Mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$
Πολύ μαλακό νερό	0–7,16	0–4	0–71,6
Μαλακό	7,16–14,32	4–8	71,6–143,2
Ημίσκληρο	14,32–21,48	8–12	143,2–214,8
Σχετικά σκληρό	21,48–32,22	12–18	214,8–322,2
Σκληρό	32,22–53,70	18–30	322,2–537,0
Πολύ σκληρό	>53,70	>30	>537,0

**4. Τι ορίζεται ως διαλυτότητα μιας ουσίας σε έναν διαλύτη;  
Πώς επηρεάζεται η διαλυτότητα των στερεών και των αέριων ουσιών από τη θερμοκρασία και την πίεση;**

**Διαλυτότητα** μιας ουσίας σε έναν διαλύτη ονομάζεται η ποσότητα της ουσίας που πρέπει να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα του διαλύτη (υπό ορισμένες συνθήκες), για να προκύψει κορεσμένο διάλυμα. Εκφράζει, δηλαδή, τα γραμμάρια διαλυμένης ουσίας σε 100 γραμμάρια διαλύτη. Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η διαλυτότητα μιας ουσίας είναι:

- Η φύση του διαλύτη. Για παράδειγμα, το ιώδιο είναι πολύ διαλυτό στο οινόπνευμα, όχι όμως και στο νερό. Το αλάτι διαλύεται στο νερό, ελάχιστα όμως σε οργανικό διαλύτη. Ισχύει, δηλαδή, ο εμπειρικός κανόνας ότι τα όμοια διαλύουν όμοια.
- Η θερμοκρασία. Για παράδειγμα, σε 100 g νερού θερμοκρασίας 20°C μπορούν να διαλυθούν το πολύ 204 g ζάχαρης, ενώ σε 100 g νερού θερμοκρασίας στους 50°C μπορούν να διαλυθούν 260 g ζάχαρης. Ο κανόνας, όμως, έχει και εξαιρέσεις, όπως το θειικό νάτριο, που διαλύονται λιγότερο στο ζεστό νερό και περισσότερο στο κρύο, καθώς και στερεές ουσίες, όπως το χλωριούχο νάτριο, των οποίων πρακτικά η διαλυτότητα δεν μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία.

