

## 2.2 ΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥ ΣΗΜΑΣΙΑ

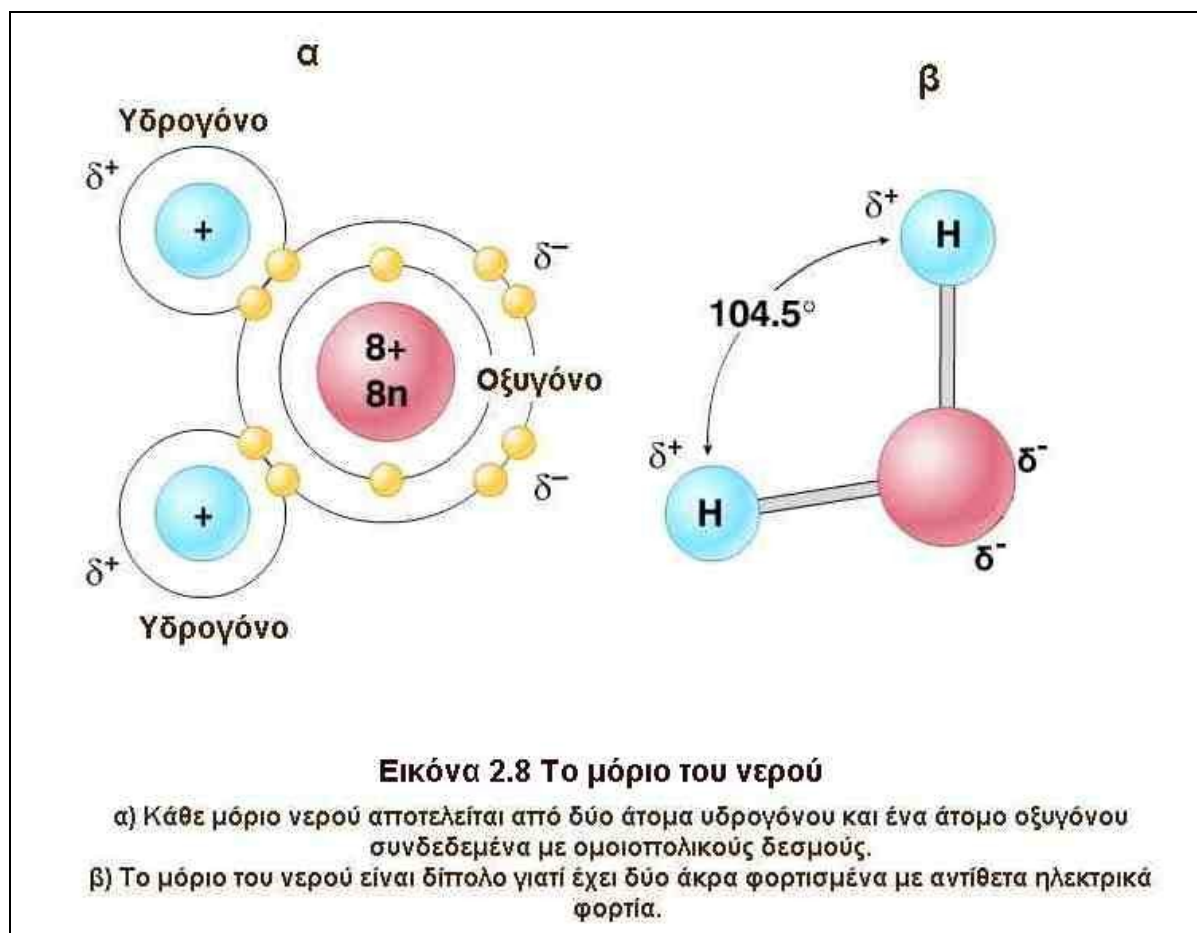
Οι αστρονόμοι και οι άλλοι επιστήμονες, που μελετούν τους πλανήτες των ηλιακών συστημάτων, ευελπιστούν να ανιχνεύσουν νερό στην επιφάνειά τους, διότι είναι απόλυτα πεπεισμένοι ότι η ύπαρξη του υγρού αυτού είναι ένδειξη για πιθανή ύπαρξης ζωής. Γιατί άραγε;

Απ' όλες τις απλές χημικές ουσίες, που βρίσκονται σε αφθονία στη Γη, μόνο το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση, κάτω από κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Όταν πρωτοεμφανίστηκε η ζωή στον πλανήτη Γη, το νερό έπαιξε σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των πρώτων οργανικών ενώσεων. Αυτές αργότερα συγκρότησαν τους πρώτους προκαρυωτικούς οργανισμούς. Η ζωή ξεκίνησε, όπως υποστηρίζουν οι σύγχρονες θεωρίες, μέσα στο νερό και εξελίχθηκε για τρία δισεκατομμύρια χρόνια μέσα σ' αυτό, προτού διαδοθεί στην ξηρά. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός, ότι τα τροπικά δάση με την πολλή βροχόπτωση σφύζουν από ζωή, σε αντίθεση με τις ερημικές εκτάσεις, όπου το νερό είναι σπάνιο και η ζωή αντιπροσωπεύεται από πολύ λίγους οργανισμούς.

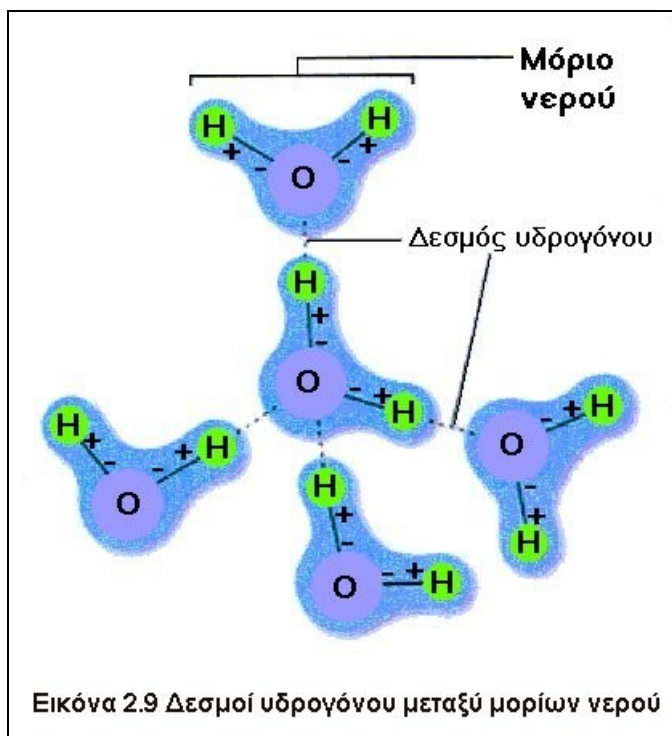
Πάνω από τα δύο τρίτα του σώματος των πλείστων οργανισμών αποτελείται από νερό, ενώ η ανάπτυξη και η αναπαραγωγή τους γίνεται σε υγρό περιβάλλον. **Δε θα ήταν υπερβολή να λεχθεί ότι το νερό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το φαινόμενο της ζωής.**

### Δομή του μορίου του νερού (H<sub>2</sub>O)

Το μόριο του νερού αποτελείται από ένα άτομο οξυγόνου συνδεδεμένο με ομοιοπολικούς δεσμούς με δύο άτομα υδρογόνου. Τα τρία αυτά άτομα του μορίου του νερού, όπως είναι τοποθετημένα στο χώρο, σχηματίζουν γωνία 104.5° μοιρών.



Μόρια με ομοιοπολικούς δεσμούς, που τα άτομά τους διαμοιράζονται εξ ίσου τα ηλεκτρόνια, χαρακτηρίζονται ως **μη πολικά μόρια**. Σε ορισμένα μόρια, όμως, δε συμβαίνει το ίδιο, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια του δεσμού να κινούνται πλησιέστερα προς το ένα από τα άτομα του δεσμού. Τα μόρια αυτά χαρακτηρίζονται **πολικά**.



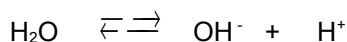
Στο μόριο του νερού, τα ηλεκτρόνια των ομοιοπολικών δεσμών κινούνται πλησιέστερα προς το οξυγόνο παρά προς τα υδρογόνα, με αποτέλεσμα στο μόριο του νερού τα υδρογόνα να εμφανίζουν ένα ασθενές θετικό ηλεκτρικό φορτίο και το οξυγόνο ένα ασθενές αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο. Έτσι, το μόριο του νερού χαρακτηρίζεται ως **δίπολο (πολικό μόριο)**, δηλαδή μόριο με δύο άκρα, που είναι φορτισμένα με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία.

Η διπολικότητα του μορίου του νερού καθορίζει τη φυσικοχημική του συμπεριφορά και τη χημεία της ζωής. Αποτέλεσμα του δίπολου χαρακτήρα του μορίου του νερού είναι η δημιουργία μιας ηλεκτροστατικής έλξης, μεταξύ του οξυγόνου, ενός μορίου νερού και του υδρογόνου, ενός γειτονικού του μορίου. Αυτή η ηλεκτροστατική έλξη φέρνει το ένα μόριο του νερού κοντά στο άλλο και αποτελεί, όπως λέγεται, ένα **δεσμό υδρογόνου**. Οι δεσμοί υδρογόνου είναι πολύ πιο ασθενείς από τους άλλους γνωστούς δεσμούς (ομοιοπολικούς ή ετεροπολικούς), αλλά δεν παύουν να είναι σημαντικοί. Κάθε μόριο νερού μπορεί να

σχηματίσει δεσμούς υδρογόνου με άλλα τρία ή τέσσερα μόρια νερού .

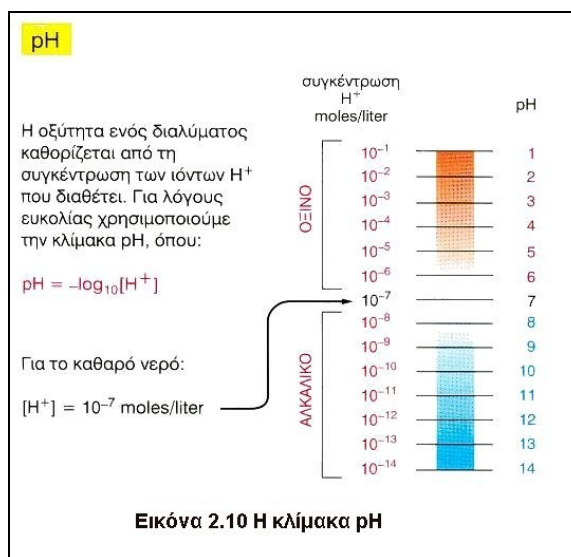
### Ο ιονισμός του νερού

Οι ομοιοπολικοί δεσμοί στα μόρια του νερού συχνά σπάζουν αυτόματα. Όταν αυτό συμβεί, το υδρογόνο αφήνει το ηλεκτρόνιό του στο υπόλοιπο μόριο του νερού και συμπεριφέρεται πια ως ένα θετικά φορτισμένο ιόν ( $H^+$ ). Το υπόλοιπο μέρος του μορίου του νερού, που διατήρησε τα ηλεκτρόνια του ομοιοπολικού δεσμού, είναι πια αρνητικά φορτισμένο και έτσι δημιουργείται ένα ιόν υδροξυλίου ( $OH^-$ ). Αυτή η **αυτόματη διάσταση του μορίου του νερού καλείται ιονισμός**. Σε θερμοκρασία  $25^\circ C$ , ένα στα 550 εκατομμύρια μόρια αποσταγμένου νερού βρίσκεται σε διάσταση. Η χημική αντίδραση του ιονισμού του νερού είναι:



Τα διπλά βέλη δείχνουν ότι η αντίδραση είναι **αμφίδρομη** και ότι θα φθάσει στην κατάσταση δυναμικής ισορροπίας, όταν η ταχύτητα διάστασης του νερού εξισωθεί με εκείνη επανασχηματισμού του μορίου του, από τα πρωτόνια και τα υδροξύλια. Η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου ( $H^+$ ) και των ιόντων υδροξυλίου ( $OH^-$ ) στο αποσταγμένο νερό είναι  $10^{-7}$  mol/λίτρο και γι' αυτό το pH του αποσταγμένου νερού είναι 7 (ουδέτερο ως προς την οξύτητα ή αλκαλικότητα).

Τα ιόντα υδρογόνου και τα ιόντα υδροξυλίου είναι πολύ δραστικά και γι' αυτό οποιαδήποτε αλλαγή γίνει στη συγκέντρωσή τους στο νερό, δυνατό να επιφέρει δραματικά αποτελέσματα στα πολύπλοκα μόρια του κυττάρου. Ζωή μπορεί να υπάρξει σε στενά πλαίσια pH μόνο. (pH = 5 – 8).



### Φυσικοχημικές ιδιότητες του νερού με μεγάλη βιολογική σημασία

#### ► Μεγάλη συνοχή

Οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού δημιουργούν ένα πλέγμα, που εκτείνεται σ' όλη τη μάζα του. Το πλέγμα αυτό προσδίδει στο νερό συνοχή, με αποτέλεσμα το νερό να διατηρείται σε υγρή κατάσταση,

στις συνήθεις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, ενώ παραπλήσια μόρια, όπως το υδροθείο, είναι αέρια. **Η εμφάνιση και εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη Γη θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί, αν το νερό δε βρισκόταν σε υγρή φάση.**

Οι δυνάμεις συνοχής του νερού συμβάλλουν πάρα πολύ στην ικανότητά του, να κινείται μέσα σε τριχοειδείς σωλήνες, ενάντια στη δύναμη της βαρύτητας. Για παράδειγμα, το νερό μπορεί να κινηθεί κατακόρυφα μέσα στους ξυλώδεις σωλήνες των φυτών.

- **Συνάφεια με άλλα σώματα**

Το νερό μπορεί να αναπτύξει δυνάμεις συνάφειας με τα περισσότερα υλικά σώματα. Γι' αυτό και ορισμένα σώματα διαβρέχονται, όταν βυθιστούν στο νερό, γιατί αποτελούνται από πολικά μόρια, ενώ άλλα, που αποτελούνται από μη πολικά μόρια, όχι.

Οι δυνάμεις συνάφειας, που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του νερού και των τοιχωμάτων των τριχοειδών σωλήνων, των διαφόρων οργανισμών, συμβάλλουν, μαζί με τις δυνάμεις συνοχής, στην κίνηση του νερού μέσα στους τριχοειδείς αυτούς σωλήνες. Οι δυνάμεις μάλιστα είναι τόσο ισχυρές, ώστε να μην παρατηρείται διακοπή στη στήλη του νερού, ακόμη και στην περίπτωση, κάθετης ανόδου του νερού.

- **Χαμηλό ιξώδες**

Η ύπαρξη πάρα πολλών δεσμών υδρογόνου, μεταξύ των μορίων του νερού, δεν τα εμποδίζει από το να γλιστρούν, σχετικά εύκολα, το ένα προς το άλλο και έτσι να προσδίδουν στο νερό χαμηλό ιξώδες. Η γρήγορη κίνηση του νερού μέσα σε στενούς σωλήνες και αγγεία των οργανισμών οφείλεται στο χαμηλό ιξώδες που παρουσιάζει.

- **Μεγάλη ειδική θερμοχωρητικότητα**

Αύξηση της θερμοκρασίας μιας ποσότητας νερού προϋποθέτει αύξηση της κινητικής κατάστασης των μορίων του. Αυτό μπορεί να γίνει με τη διάσπαση των δεσμών υδρογόνου, που υπάρχουν μεταξύ των μορίων του νερού και τα μόρια αρχίζουν να κινούνται πιο ελεύθερα. Η διάσπαση των δεσμών υδρογόνου όμως, απαιτεί μεγάλα ποσά θερμικής ενέργειας και γι' αυτό το νερό έχει μεγάλη ειδική θερμοχωρητικότητα. Έτσι η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται αργά, όταν βρίσκεται σε θερμότερο περιβάλλον, ενώ αντίθετα, διατηρείται σταθερή, για μεγάλο χρονικό διάστημα, όταν βρίσκεται σε ψυχρότερο.

Η ιδιότητα αυτή είναι πολύ σημαντική για πολλούς οργανισμούς με ψηλή περιεκτικότητα σε νερό, γιατί τους καθιστά ικανούς να διατηρούν τη θερμοκρασία του σώματός τους σταθερή μέσα στα επιτρεπτά όρια θερμοκρασίας, για τη ζωή, όταν οι διακυμάνσεις στις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος είναι μεγάλες. Στο κυτταρικό επίπεδο, η θερμότητα, που εκλύεται από τις εξώθερμες αντιδράσεις του μεταβολισμού, απορροφάται από το νερό, χωρίς να παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση της θερμοκρασίας του κυττάρου, που θα οδηγούσε στη καταστροφή του. Στο επίπεδο της βιόσφαιρας ο ρόλος της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού είναι ακόμα πιο εμφανής, αφού οι υδάτινες μάζες, που καλύπτουν τη Γη διατηρούν τις διακυμάνσεις στη θερμοκρασία του πλανήτη, μέσα στα επιτρεπτά όρια για τη ζωή.

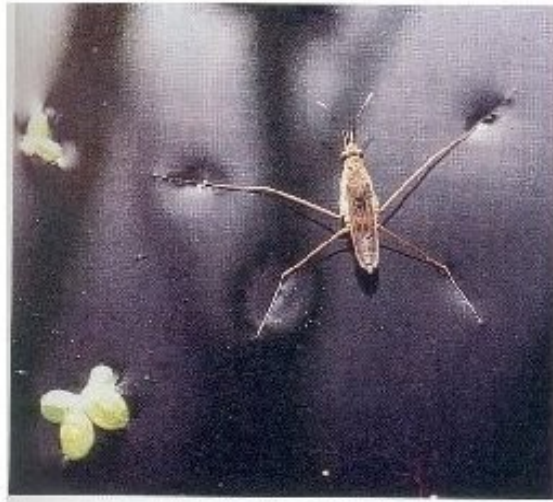
- **Μεγάλη ειδική θερμότητα εξαέρωσης**

Το νερό εξαερώνεται, όταν τα μόρια του αποκτήσουν ικανή κινητική ενέργεια, ώστε να σπάσουν τους δεσμούς υδρογόνου, που έχουν μεταξύ τους και να αρχίσει η απόσπασή τους από την υπόλοιπη μάζα του νερού. Η εξάτμιση επιτυγχάνεται με τη προσφορά μεγάλων ποσών θερμότητας στο νερό ή με την απόκτηση της απαιτούμενης ενέργειας, από άλλα γειτονικά μόρια. Γι' αυτό, η εξάτμιση του νερού από μια επιφάνεια προκαλεί ψύξη σ' αυτή, αφού μέρος της κινητικής ενέργειας των μορίων της, μεταφέρεται στα μόρια του νερού, για να σπάσουν οι δεσμοί υδρογόνου και να αυξηθεί η κινητική τους ενέργεια για τη διαφυγή τους από την μάζα του νερού. Το γεγονός αυτό εκμεταλλεύονται πολλοί οργανισμοί, που πρέπει να διατηρούν τη θερμοκρασία του σώματός τους σταθερή (ενδόθερμοι οργανισμοί) και επιδρώνουν, με τρόπο ώστε η περίσσεια της θερμότητας του σώματός τους να χρησιμοποιείται για την εξάτμιση του νερού του ιδρώτα και να προκαλείται ψύξη στην επιφάνεια του σώματός τους.

- **Μεγάλη επιφανειακή τάση**

Στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού, τα μόρια διατάσσονται με τρόπο που οι δεσμοί υδρογόνου προσανατολίζονται προς το εσωτερικό της μάζας του. Το γεγονός αυτό προσδίδει στο νερό μεγάλη επιφανειακή τάση, τη μεγαλύτερη απ' όλα τα υγρά εκτός του υδραργύρου. Έτσι διάφορα έντομα, μπορούν ελεύθερα να περπατήσουν και να στηριχθούν στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού.

Επιφανειακή τάση είναι η τάση που έχουν τα υγρά να ελαττώνουν την επιφάνειά τους και οφείλεται στις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων των υγρών, που τείνουν να αναγκάσουν τα μόρια να πλησιάσουν όσο το δυνατό περισσότερο μεταξύ τους.

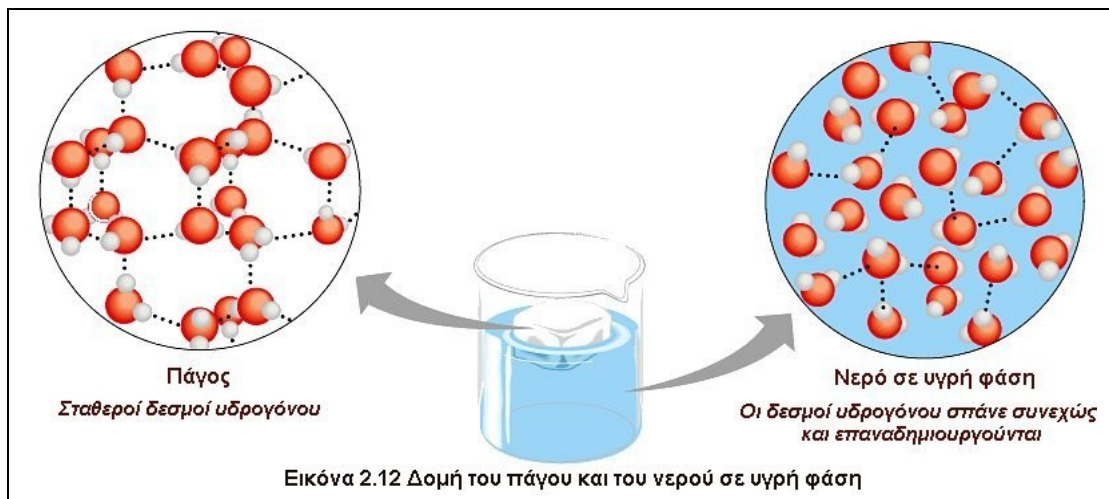


**Εικόνα 2.11 Μεγάλη επιφανειακή τάση του νερού**

Το έντομο της εικόνας βαδίζει στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού, χωρίς να βυθίζεται σ' αυτό, λόγω της μεγάλης συνοχής του νερού, που προσδίδει σ' αυτό μεγάλη επιφανειακή τάση.

- **Ανώμαλη θερμική διαστολή**

Τα περισσότερα υγρά παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα τους στο σημείο πήξεώς τους. Δε συμβαίνει όμως το ίδιο με το νερό, που παρουσιάζει μια ανωμαλία στη θερμική του διαστολή, με αποτέλεσμα να φθάνει στη μεγαλύτερη πυκνότητα του σε θερμοκρασία 4 °C.



**Εικόνα 2.12 Δομή του πάγου και του νερού σε υγρή φάση**

Όταν το νερό πήζει στους ποταμούς, στις λίμνες και τις θάλασσες, σχηματίζει μια κανονική κρυσταλλική δομή, που οφείλεται στους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων του. Η κανονική κρυσταλλική αυτή δομή κάνει το πάγο να έχει μικρότερη πυκνότητα από το υπόλοιπο νερό, που βρίσκεται σε υγρή φάση, με αποτέλεσμα ο πάγος να επιπλέει στο νερό. Έτσι το στρώμα του πάγου, που δημιουργείται στις υδάτινες εκτάσεις του πλανήτη, κατά τους χειμερινούς μήνες, θερμομονώνει τα κατώτερα στρώματα του νερού και γι' αυτό διατηρούνται σε υγρή κατάσταση. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη βιολογική σημασία, γιατί κάτω από τους πάγους, μέσα στο νερό, επιβιώνει η υδρόβια ζωή.



**Εικόνα 2.13 Ζωή κάτω από τον πάγο**

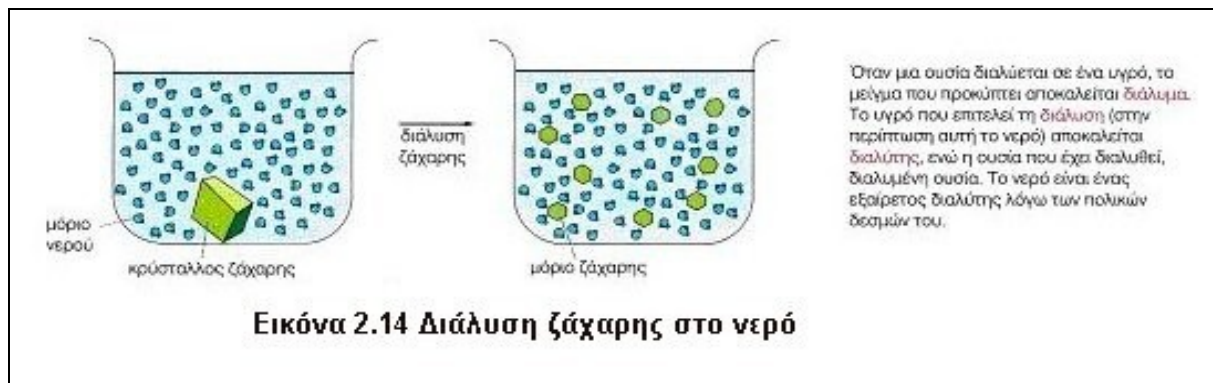
*Το νερό διατηρείται σε υγρή φάση, κάτω από το πάγο, λόγω της ανώμαλης θερμικής του διαστολής και έτσι οι υδρόβιοι οργανισμοί επιβιώνουν.*

- **Μεγάλη διαλυτική ικανότητα**

Το νερό είναι ένα αποτελεσματικό διαλυτικό μέσο. Αυτό οφείλεται στην ικανότητά του να σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με όσες χημικές ουσίες διαθέτουν πολικότητα στα μόριά τους ή βρίσκονται σε μορφή ιόντων. Έτσι, στο νερό μπορεί να διαλυθεί ένα ευρύ φάσμα χημικών ουσιών, όπως για παράδειγμα, άλατα, αέρια, σάκχαρα, αμινοξέα, μικρά νουκλεϊνικά οξέα και πρωτεΐνες, πράγμα αδύνατο για άλλα συνηθισμένα υγρά.

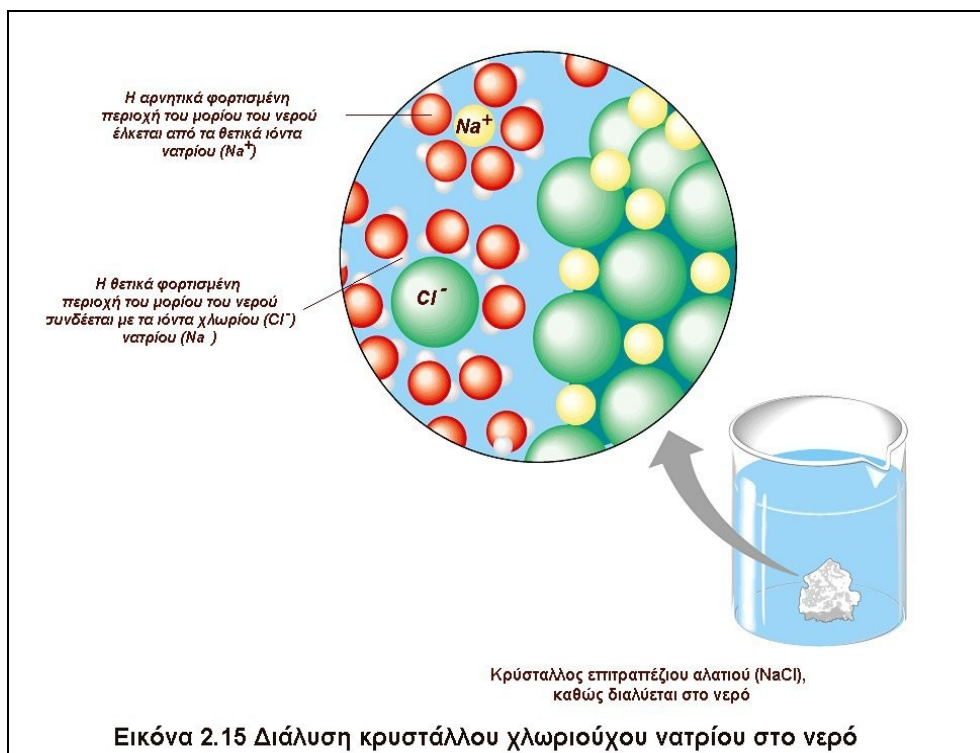
Ας δούμε, όμως, πώς διαλύεται η σακχαρόζη (η συνηθισμένη ζάχαρη του εμπορίου) στο νερό. Η σακχαρόζη αποτελείται από μόρια, που έχουν πολικότητα, λόγω της ύπαρξης των υδροξυλίων  $-OH$  στο μόριό τους.

Όταν ένας κρύσταλλος σακχαρόζης εισέρχεται στο νερό, τα μόρια του νερού σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου με τα υδροξύλια των μορίων της σακχαρόζης, από τα οποία αποτελείται ο κρύσταλλος. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να σπάσουν οι κρυσταλλικοί δεσμοί της σακχαρόζης, τα μόριά της να περικυκλωθούν από μόρια νερού, σχηματίζοντας μια προστατευτική ασπίδα γύρω από κάθε μόριο σακχαρόζης και τελικά να απομακρυνθούν το ένα από το άλλο.



**Εικόνα 2.14 Διάλυση ζάχαρης στο νερό**

Η μεγάλη διαλυτική ικανότητα του νερού έχει μεγάλη σημασία, για το πρωτόπλασμα και για τους οργανισμούς γενικά, γιατί με το νερό διασφαλίζεται η μεταφορά των διάφορων χημικών ουσιών και η πραγματοποίηση των διάφορων βιοχημικών αντιδράσεων, οι οποίες γίνονται συνήθως υπό μορφή διαλυμάτων.



- **Χημική αδράνεια**

Το νερό είναι σχετικά χημικά αδρανές, δηλαδή δεν αντιδρά με τις ουσίες που διαλύει. Έτσι οι ιδιότητες των ουσιών αυτών δεν αλλάζουν, με αποτέλεσμα να είναι πλήρως αξιοποιήσιμες από το πρωτόπλασμα. Παρ' όλα αυτά το νερό λαμβάνει μέρος σε διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις αυτούσιο, ιδίως αν υπάρχουν τα κατάλληλα ένζυμα.

- **Σχετικά καλός αγωγός της θερμότητας**

Η πιο πάνω ιδιότητα του νερού εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο πρωτόπλασμα.

- **Διαύγεια**

Το νερό είναι διαυγές υγρό, με αποτέλεσμα να καθίσταται δυνατή η λειτουργία της φωτοσύνθεσης, σε αρκετό βάθος, μέσα στις υδάτινες εκτάσεις και το φως να μπορεί να διεισδύσει βαθιά, μέσα στους ιστούς των οργανισμών.

## 2.3 ΑΛΑΤΑ

Έχει ήδη αναφερθεί ότι το νερό είναι ένας σπουδαίος διαλύτης. Τα άλατα είναι χημικές ενώσεις που διαλύονται στο νερό. Το κάθε ένα από αυτά αποτελείται από μέταλλο ενωμένο με ιοντικό δεσμό με πολυατομικά ανιόντα (μη-μεταλλικές ρίζες), ή μονοατομικά ανιόντα όπως για παράδειγμα, το χλωριούχο νάτριο που είναι μια ένωση που αποτελείται από ένα ιόν νατρίου και ένα ιόν χλωρίου. Μεταξύ τους υπάρχει ισχυρός ηλεκτροστατικός δεσμός λόγω του θετικού και αρνητικού φορτίου που φέρουν τα ιόντα,  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ . Στην παρουσία του νερού, λόγω της πολικότητας των μορίων του νερού, χαλαρώνουν οι δεσμοί μεταξύ των ιόντων νατρίου και χλωρίου, με αποτέλεσμα να αποχωριστούν τα ιόντα και να δημιουργηθεί διάλυμα. Τι εμποδίζει τα ιόντα που βρίσκονται στο διάλυμα να επανέλθουν στην αρχική τους μορφή; Κάθε ένα από αυτά περιβάλλεται από μια προστατευτική «ασπίδα» μορίων νερού η οποία εμποδίζει τη δημιουργία νέων ιοντικών δεσμών.

Έτσι, στην παρουσία του νερού, κάθε μόριο χλωριούχου νατρίου τείνει προς διάσπαση, όπως:



Το χλωριούχο νάτριο είναι ένα πολύ σημαντικό συστατικό των κυττάρων, αλλά δεν είναι το μοναδικό. Άλλα σημαντικά **κατιόντα** είναι:  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  ενώ σημαντικά **ανιόντα** είναι:  $HCO_3^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $I^-$

Η βιολογική σημασία των ορυκτών αλάτων συνοψίζεται ως ακολούθως:

- **Τα ορυκτά άλατα αποτελούν βασικά δομικά υλικά πολλών βιολογικών δομών**

Τα νουκλεϊνικά οξέα περιέχουν μεγάλες ποσότητες αζώτου και φωσφόρου, ο φωσφόρος είναι σημαντικό συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών, ενώ το ασβέστιο είναι απαραίτητο για το κυτταρικό τοίχωμα των φυτικών κυττάρων και τα κελύφη οργανισμών. Ο φωσφόρος και το ασβέστιο αφθονούν στα οστά.

- **Ορισμένα ιόντα συμμετέχουν στη δημιουργία του ενεργού κέντρου ενζύμων**

Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικές ενώσεις, κατά συνέπεια, η παρουσία του αζώτου είναι καθοριστική για τη σπουδαία αυτή ομάδα των βιολογικών μορίων. Ορισμένα ένζυμα λειτουργούν μόνο στην παρουσία ιόντων χαλκού και σιδήρου.

Η καταλάση, για παράδειγμα, περιέχει σίδηρο που είναι απαραίτητο για τη δημιουργία του ενεργού κέντρου του ενζύμου.

- **Ορισμένα ιόντα δρουν ως ενεργοποιητές ενζύμων**

Ορισμένα ένζυμα ενεργοποιούνται μόνο στην παρουσία κάποιων ιόντων. Κλασικό παράδειγμα η ενεργοποίηση της γλυκόζης από το φωσφόρο στην αρχική φάση της γλυκόλυσης, της αναερόβιας φάσης της κυτταρικής αναπνοής που διενεργείται στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων.

- **Ιόντα συμμετέχουν στη δομή σημαντικών ουσιών του πρωτοπλάσματος**

Η αιμοσφαιρίνη και η χλωροφύλλη είναι δύο από τις πιο γνωστές βιολογικές χρωστικές ουσίες. Η πρώτη περιέχει σίδηρο και η δεύτερη μαγνήσιο. Σίδηρο βρισκουμε επίσης και στα κυτταροχρώματα. Το άζωτο και το θείο είναι βασικά συστατικά των πρωτεϊνών, αρκετές από τις οποίες περιέχουν και φωσφόρο αλλά και άλλα στοιχεία. Η ATP περιέχει φωσφόρο και η ορμόνη του θυροειδούς αδένα, η θυροξίνη, περιέχει ιώδιο.

- **Ιόντα συμμετέχουν στο σχηματισμό των νευρικών ώσεων**

Ιόντα νατρίου, καλίου και χλωρίου παίζουν σημαντικότατο ρόλο στη μεταφορά των νευρικών ώσεων.

- **Τα άλατα καθορίζουν την ωσμωτική πίεση**

Τα άλατα καθορίζουν την ωσμωτική πίεση του κυτταροπλάσματος των κυττάρων και άλλων υγρών του σώματος μαζί με άλλα διαλυμένα σώματα.

- **Ορισμένα άλατα ρυθμίζουν το pH του πρωτοπλάσματος.**

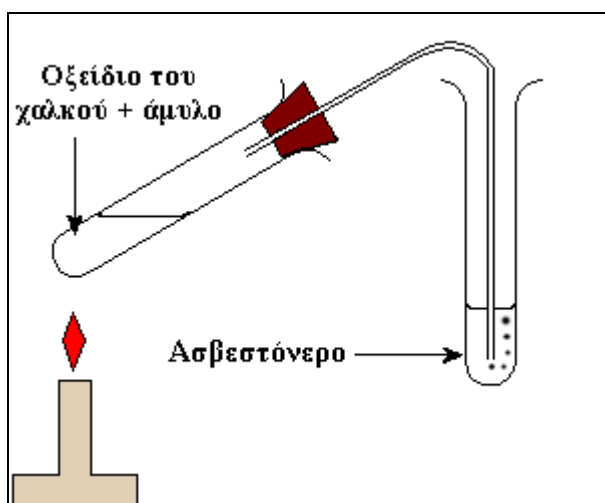
Ορισμένα άλατα, όπως το όξινο ανθρακικό νάτριο ( $NaHCO_3$ ), ρυθμίζουν το pH του πρωτοπλάσματος. Αυτό έχει τεράστια σημασία, γιατί η ζωή, κατά κανόνα, μπορεί να διατηρηθεί μόνο μεταξύ pH 5 – 8.

### **Ανίχνευση αλάτων σε ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς**

Εφόσον η παρουσία των αλάτων σε όλους τους οργανισμούς είναι σημαντική, θα πρέπει, πειραματικά, να είναι δυνατή η ανίχνευση αυτών των αλάτων σε ζωικούς ή και σε φυτικούς οργανισμούς.

Παρακάτω παρατίθενται οι τρόποι ανίχνευσης ορισμένων από τα βασικά στοιχεία των αλάτων που κάνουν έντονη την παρουσία τους στους ιστούς.

### Ανίχνευση άνθρακα



Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται 5g οξειδίου του χαλκού ( $\text{CuO}$ ) και 5g ζωικό ή φυτικό υλικό. Στη συνέχεια ο σωλήνας κλείνεται με πώμα μέσα από το οποίο περνά απαγωγός σωλήνας· αυτός καταλήγει σε δεύτερο δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει ασβεστόνερο ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), όπως φαίνεται στο σχεδιάγραμμα πιο κάτω. Ο δοκιμαστικός σωλήνας θερμαίνεται. Παρατηρείται να θολώνει σταδιακά το ασβεστόνερο. Είναι φανερό πως το ασβεστόνερο θόλωσε λόγω της παρουσίας διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ).

**Εικόνα 2.16 Ανίχνευση άνθρακα**

Το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί, κατά συνέπεια, είναι: από πού προήλθε ο άνθρακας;

### Ανίχνευση αζώτου

Όπως και πιο πάνω χρησιμοποιείται δοκιμαστικός σωλήνας με απαγωγό σωληνάριο. Στο σωλήνα τοποθετείται λίγο ασπράδι αυγού (περί τα  $5\text{cm}^3$ , το ασπράδι περιέχει την πρωτεΐνη ωοαλβουμίνη) και 5g νατράσβεστος. Ο σωλήνας θερμαίνεται και το αέριο που παράγεται διοχετεύεται σε χαρτί εμποτισμένο με ερυθρό βάμμα ηλιοτροπίου. Σύντομα ο δείκτης γίνεται μπλε και είναι φανερό από τη χαρακτηριστική μυρωδιά πως το αέριο που παράγεται είναι αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ).

Από πού, λοιπόν, προήλθε το άζωτο, αφού η νατράσβεστος (που είναι μείγμα  $\text{CaO}$  και  $\text{NaOH}$ ) δεν περιέχει άζωτο;

### Ανίχνευση θείου

Αυτή τη φορά, στο δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούνται περί τα  $3\text{cm}^3$  διαλύματος ασπραδιού αυγού και μικρή ποσότητα διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου ( $\text{NaOH}$ ). Ο δοκιμαστικός σωλήνας θερμαίνεται μέχρι βρασμού και στη συνέχεια προστίθενται λίγες σταγόνες διαλύματος οξικού μολύβδου ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) και παρατηρείται αλλαγή του χρώματος του διαλύματος προς το μαύρο.

Αυτή η αλλαγή χρώματος μπορεί να εξηγηθεί, μόνο αν θεωρήσουμε ότι δημιουργήθηκε θειούχος μόλυβδος ( $\text{PbS}$ ). Συνεπώς προκύπτει το ερώτημα: από πού προήλθε το θείο;

### Ανίχνευση χλωρίου

Μικρά κομματάκια κρέας τοποθετούνται σε δοκιμαστικό σωλήνα και στη συνέχεια προστίθεται αποσταγμένο νερό. Γίνεται διήθηση και στο διήθημα προστίθενται 2-3 σταγόνες διαλύματος νιτρικού αργύρου ( $\text{AgNO}_3$ ). Παρατηρείται ότι το διαυγές διήθημα παίρνει λευκό χρώμα και αυτό μπορεί να εξηγηθεί μόνο από την παρουσία χλωριούχου αργύρου ( $\text{AgCl}$ ).

Πάλι θα πρέπει να απαντηθεί ένα βασικό ερώτημα: από πού προήλθε το χλώριο;

Είναι φανερό από τα αποτελέσματα των πιο πάνω εξετάσεων πως η χημεία παίζει σημαντικότερο ρόλο στους ζωντανούς οργανισμούς. Έχει υπολογιστεί ότι 27 από τα 92 χημικά στοιχεία που απαντώνται στο φλοιό της Γης είναι απαραίτητα για τη ζωή. Από αυτά τα 27, ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O) και το άζωτο (N) είναι τα επικρατέστερα και απαντώνται στους οργανισμούς σε ποσοστό 96% κ.β. Το υπολειπόμενο 4% αποτελείται από στοιχεία όπως ο φωσφόρος (P), το θείο (S), το νάτριο (Na), το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg) και το χλώριο (Cl), αλλά και από τα λεγόμενα ιχνοστοιχεία, που ονομάζονται έτσι γιατί είναι απαραίτητα για σημαντικές λειτουργίες του οργανισμού αλλά σε πολύ μικρές ποσότητες.

Ο πίνακας στην επόμενη σελίδα παρουσιάζει ορισμένα από τα ανόργανα στοιχεία, το βιολογικό τους ρόλο στους οργανισμούς, τη μορφή και τον τρόπο πρόσληψης. Επίσης, παρουσιάζει τις συνέπειες από τυχόν απουσία ή έλλειψη τους από τον οργανισμό.



Στοιχείο	Μορφή πρόσληψης	Λειτουργία (γενικά)	Φυτά	Ζώα	Ανεπάρκεια		Πηγές
					Φυτά	Ζώα	
<b>Αζωτο</b>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ή NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> τα φυτά και πρωτεΐνες τα ζώα	Συστατικό των πρωτεϊνών, νουκλεϊνικών οξέων, πορφυρίνων κ.ά.	-	-	Υπανάπτυξη, χλωρώση	Ασθένεια Kwashiorkor: καχεξία, αδυναμία και οίδημα	Γάλα, κρέας, αυγά
<b>Ασβέστιο</b>	Ca <sup>2+</sup>	Κυτταρικό τοίχωμα, ενεργοποίηση ορισμένων ενζύμων	Ανάπτυξη των άκρων των βλαστών και ριζών	Ανάπτυξη σκελετού και δοντιών, μυϊκή συστολή, πήξη αίματος	Καχεξία	Σκελετική δυσμορφία, μαλακά οστά (ραχίτιδα), μυϊκός σπασμός, καθυστέρηση στην πήξη του αίματος	Γάλα, τυρί, ψάρι, σκληρό πόσιμο νερό, αυγά, πράσινα λαχανικά
<b>Βόριο (ιχνοστοιχείο)</b>	BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> ή B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	-	Πρόσληψη Ca <sup>2+</sup> , διαφοροποίηση κυττάρων και βλάστηση γύρης.	Δε χρειάζεται	Καφέ καρδιοειδής ασθένεια	-	-
<b>Θείο</b>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> τα φυτά και πρωτεΐνες τα ζώα	Συστατικό ορισμένων πρωτεϊνών-βιταμινών	Συστατικό της φερεδοξίνης	-	Χλωρώση	-	Πρωτεϊνικά τρόφιμα
<b>Ιώδιο (ιχνοστοιχείο)</b>	I <sup>-</sup>	-	Δε χρειάζεται	Συστατικό της θυροξίνης	-	Βρογχοκήλη	Όλα τα θαλασσινά είδη
<b>Κάλιο</b>	K <sup>+</sup>	Συστατικό του μεσοκυττάρου υγρού. Διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας	Δημιουργία κυτταρικής μεμβράνης και άνοιγμα στομάτων	Αναγκαίο στους νευρικούς (δημιουργία-μεταβίβαση ώσεων), μυϊκούς ιστούς και υποδοχείς	Κιτρίνισμα των φύλλων στα άκρα	-	Δαμάσκηνα, πατάτες, μανιτάρια, κουνουπίδι, βοδινό, ψάρι, συκώτι
<b>Κοβάλτιο (ιχνοστοιχείο)</b>	Co <sup>2+</sup>	-	Κύκλος αζώτου	Συστατικό της B <sub>12</sub>	-	-	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Μαγγάνιο</b>	Mn <sup>2+</sup>	Ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα	Ενεργοποιεί καρβοξυλάσες	Ενεργοποιεί οξειδάσες και αμινοπεπτιδάσες	Χλωρώση, γκριζα σημάδια στα φύλλα	Σκελετική δυσμορφία	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Μαγνήσιο</b>	Mg <sup>2+</sup>	Ενεργοποιεί ένζυμα στο μεταβολισμό των φωσφορικών αλάτων	Συστατικό της χλωροφύλλης	Συστατικό των οστών και δοντιών	Χλωρώση	-	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Μολυβδένιο (ιχνοστοιχείο)</b>	Mo <sup>3+</sup> ή Mo <sup>4+</sup>	-	Ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα	Για την παραγωγή του ουρικού οξέος	Μερική καχεξία	-	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Νάτριο (ιχνοστοιχείο στα φυτά)</b>	Na <sup>+</sup>	Συστατικό του μεσοκυττάρου υγρού. Διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας	-	Αναγκαίο στους νευρικούς, (δημιουργία-μεταβίβαση ώσεων), μυϊκούς ιστούς και υποδοχείς	-	Μυϊκή κράμπα	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Σίδηρος</b>	Fe <sup>3+</sup>	Συστατικό της φερεδοξίνης και κυτταροχρωμάτων, ενεργοποιεί την καταλάση	Απαραίτητο στη σύνθεση της χλωροφύλλης	Συστατικό της αιμοσφαιρίνης και μυοσφαιρίνης	Χλωρώση	Αναιμία	Συκώτι, νεφρά, βοδινό, αυγά, βερικόκα
<b>Φωσφόρος</b>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> τα φυτά και πρωτεΐνες τα ζώα	Συστατικό των φωσφολιπιδών, ορισμένων πρωτεϊνών, νουκλεϊνικών οξέων, γλυκόλυση	-	Δημιουργία του σκελετού	Καχεξία	-	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Χλώριο</b>	Cl <sup>-</sup> τα φυτά, NaCl τα ζώα	Συστατικό του μεσοκυττάρου υγρού. Διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας	Ίσως είναι χρήσιμο στη φωτεινή φάση της φωτοσύνθεσης	Αναγκαίο στους νευρικούς, μυϊκούς ιστούς και υποδοχείς	-	Μυϊκή κράμπα	Μαγειρικό, επιτραπέζιο αλάτι, σε όλες τις τροφές
<b>Χαλκός (ιχνοστοιχείο)</b>	Cu <sup>2+</sup>	-	Ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα	Αναγκαίο στη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης, ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα	Ασθένεια των βλαστών	Μεταβολικές παθήσεις	Τα περισσότερα τρόφιμα
<b>Ψευδάργυρος (ιχνοστοιχείο)</b>	Zn <sup>2+</sup>	Ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα	Ενεργοποιεί καρβοξυλάσες	Ενεργοποιεί ορισμένα ένζυμα π.χ. πεπτιδάση	Παραμόρφωση φύλλων	-	Τα περισσότερα τρόφιμα

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΖΩΝΤΑΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ