

## **Ενότητα 2: από το νερό στο άτομο- από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο**

### **2.3 Περιεκτικότητα διαλύματος –Εκφράσεις περιεκτικότητας**

Με ποιο τρόπο μπορούμε να προσδιορίσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος; Προκειμένου να γνωρίζουμε αν ένα διάλυμα έχει μικρή ή μεγάλη ποσότητα διαλυμένης ουσίας χρησιμοποιούμε τις εξής εκφράσεις περιεκτικότητας: την περιεκτικότητα του διαλύματος στα εκατό βάρος προς βάρος (%w/w), την περιεκτικότητα του διαλύματος στα εκατό βάρος προς όγκο (%w/v) και την περιεκτικότητα του διαλύματος στα εκατό όγκο προς όγκο (%v/v).

#### **2.3.1 Περιεκτικότητα στα εκατό βάρος προς βάρος (%w/w)**

Η περιεκτικότητα στα εκατό βάρος προς βάρος εκφράζει την ποσότητα σε γραμμάρια της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε εκατό γραμμάρια διαλύματος. Συμβολίζεται με την εξής έκφραση: %w/w. Για παράδειγμα, μία πορτοκαλάδα αναψυκτικό περιεκτικότητας 8%w/w, σημαίνει ότι σε 100 γραμμάρια πορτοκαλάδας περιέχονται 8 γραμμάρια φυσικού χυμού πορτοκάλι. Έτσι εξηγείται γιατί όταν πίνουμε ένα αναψυκτικό η γεύση του είναι ίδια είτε πούμε μια γουλιά είτε πούμε την μισή ή και ολόκληρη από την ποσότητα του. Αυτό άλλωστε συμβαίνει με όσα προϊόντα είναι ομογενή, έχουν δηλαδή την ίδια σύσταση σε όλη τους την έκταση. Είναι προφανές, ότι για να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα διαλύματος βάρος προς βάρος πρέπει να γνωρίζουμε τη μάζα της διαλυμένης ουσίας καθώς και την μάζα του διαλύματος που την περιέχει. Κατόπιν, κάνοντας απλή μέθοδο των τριών προσδιορίζουμε την περιεκτικότητα του διαλύματος βάρος προς βάρος. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω εφαρμογή:

**Εφαρμογή:** Ποια είναι η περιεκτικότητα επί τοις εκατό βάρος προς βάρος (%w/w) ενός διαλύματος ζαχαρόνευρο το οποίο περιέχει 8 gr ζάχαρης σε 40 gr ζαχαρόνευρο;

**Απάντηση:** Σε 40 gr ζαχαρόνευρο περιέχονται 8 gr ζάχαρης  
Σε 100 gr ζαχαρόνευρο περιέχονται X gr ζάχαρης

Από την λύση αυτής της απλής μεθόδου των τριών προκύπτει ότι X=20 γραμμάρια ζάχαρης. Άρα η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι 20% w/w

#### **2.3.2 Περιεκτικότητα στα εκατό βάρος προς όγκο (%w/v)**

Η περιεκτικότητα στα εκατό βάρος προς όγκο (%w/v) εκφράζει την μάζα σε γραμμάρια, της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 ml διαλύματος. Συμβολίζεται με: %w/v. Είναι προφανές, ότι για να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα ενός διαλύματος επί τοις εκατό βάρος προς όγκο, πρέπει να γνωρίζουμε τη μάζα της διαλυμένης ουσίας καθώς και τον όγκο του διαλύματος που την περιέχει. Κατόπιν κάνοντας μία απλή μέθοδο των τριών μπορούμε να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα που ζητείται. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω εφαρμογή:

**Εφαρμογή:** Ποια είναι η περιεκτικότητα επί τοις εκατό βάρος προς όγκο (%w/v) ενός διαλύματος ζαχαρόνευρο το οποίο περιέχει 6 gr ζάχαρης σε 30 ml ζαχαρόνευρο;

**Απάντηση:** Σε 30 ml ζαχαρόνευρο περιέχονται 6 gr ζάχαρης

Σε 100 ml ζαχαρόνευρο περιέχονται X gr ζάχαρης

Από την λύση αυτής της απλής μεθόδου των τριών προκύπτει ότι X=20 γραμμάρια ζάχαρης. Άρα η περιεκτικότητα είναι 20% w/v

Ενώ η περιεκτικότητα επί τοις εκατό βάρος προς βάρος και η περιεκτικότητα επί τοις εκατό βάρος προς όγκο χρησιμοποιούνται όταν η διαλυμένη ουσία είναι στερεή, στην περίπτωση της υγρής διαλυμένης ουσίας συνηθίζεται μία άλλη έκφραση περιεκτικότητας που ονομάζεται «περιεκτικότητα στα εκατό όγκο προς όγκο».

### **2.3.3 Περιεκτικότητα στα εκατό όγκο προς όγκο (%v/v)**

Η περιεκτικότητα στα εκατό όγκο προς όγκο εκφράζει τα ml της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 ml διαλύματος. Συμβολίζεται: %v/v. Η συγκεκριμένη περιεκτικότητα χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να εκφράσουμε την ποσότητα μιας αέριας ουσίας που περιέχεται σε ένα μείγμα αερίων, ή όταν θέλουμε να εκφράσουμε την περιεκτικότητα της αλκοόλης για παράδειγμα, που περιέχεται σε ένα ποτό. Είναι προφανές, ότι για να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα ενός διαλύματος στα εκατό όγκο προς όγκο, πρέπει να γνωρίζουμε αφενός μεν τον όγκο της διαλυμένης ουσίας αφετέρου τον όγκο του διαλύματος που την περιέχει. Κατόπιν, κάνοντας μια απλή μέθοδο των τριών μπορούμε να προσδιορίσουμε την ζητούμενη περιεκτικότητα. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στην παρακάτω εφαρμογή:

**Εφαρμογή:** Ποια είναι η περιεκτικότητα επί τοις εκατό όγκο προς όγκο (%v/v) σε αλκοόλη ενός κρασιού το οποίο περιέχει 4,8 ml αλκοόλης σε 40 ml κρασιού;

**Απάντηση:** Σε 40 ml κρασιού περιέχονται 4,8 ml αλκοόλης

Σε 100 ml κρασιού περιέχονται X ml αλκοόλης

Από την λύση αυτής της απλής μεθόδου των τριών προκύπτει ότι X=12 ml αλκοόλης. Άρα η περιεκτικότητα είναι 12% v/v.

**Σημαντικό:** Πολλές φορές ζητείται να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα επί τοις εκατό βάρος προς βάρος όταν μας δίνεται ο όγκος του διαλύματος και το αντίστροφο, δηλαδή να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα επί τοις εκατό όγκο προς όγκο όταν δίνεται η μάζα του διαλύματος. Στις περιπτώσεις αυτές η μετατροπή από την μία έκφραση περιεκτικότητας στην άλλη, γίνεται με τη βοήθεια της πυκνότητας του διαλύματος. Αυτό γίνεται ευκολότερα κατανοητό στο παράδειγμα που ακολουθεί:

**Εφαρμογή:** Ποια είναι η περιεκτικότητα επί τοις εκατό βάρος προς βάρος (%w/w) ενός διαλύματος αλατόνευρο, πυκνότητας  $\rho=1,5$  gr/ml, όταν είναι γνωστό ότι σε 40 ml διαλύματος περιέχονται 3 gr αλατιού;

### **Απάντηση:**

Για να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα επί τοις εκατό το βάρος προς βάρος του διαλύματος, πρέπει να γνωρίζουμε την ποσότητα του διαλύματος σε γραμμάρια. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιούμε τον τύπο της πυκνότητας και μετατρέπουμε τον όγκο του διαλύματος που μας δίνεται, σε γραμμάρια:

$$\rho = m/v \text{ ή } m = \rho \cdot v \text{ από όπου προκύπτει ότι } m = 1,5 \text{ gr/ml} \cdot 40 \text{ ml} = 60 \text{ gr}$$

Τώρα, μπορούμε να εργαστούμε όπως παραπάνω και με τη βοήθεια μιας απλής μεθόδου των τριών να προσδιορίσουμε την ζητούμενη περιεκτικότητα:

Σε 60 gr αλατόνευρου περιέχονται 3 gr αλατιού

Σε 100 gr αλατόνευρου περιέχονται X gr αλατιού

Από την λύση αυτής της απλής μεθόδου των τριών προκύπτει ότι X=5 gr αλατιού. Άρα η περιεκτικότητα είναι 5% w/w.

### **2.4 Ρύπανση του νερού**

Όταν λέμε **λύματα** εννοούμε τα υγρά απόβλητα από τις κατοικίες, τις βιομηχανίες, τις βιοτεχνίες και τα χωράφια. Τα λύματα, όταν καταλήγουν χωρίς επεξεργασία στη λίμνη, το ποτάμι ή τη θάλασσα (δηλαδή στους **υδάτινους αποδέκτες**), προκαλούν **ρύπανση**. Οι ουσίες οι οποίες προκαλούν ρύπανση ονομάζονται **ρύποι**. Με ποιο τρόπο όμως οι υδάτινοι αυτοί αποδέκτες αντιμετωπίζουν τη ρύπανση; Οι υδάτινοι αποδέκτες εκτός από το νερό περιλαμβάνουν και ζωντανούς οργανισμούς, είναι δηλαδή υδάτινα οικοσυστήματα. Οι μικροοργανισμοί που ζουν στα υδάτινα αυτά οικοσυστήματα παίζουν σημαντικό ρόλο στον αυτοκαθαρισμό τους καθώς διασπούν τους περισσότερους ρύπους. Όταν όμως τα λύματα που πέφτουν στους υδάτινους αποδέκτες είναι πάρα πολλά, οι μηχανισμοί αυτοκαθαρισμού που διαθέτουν δεν επαρκούν για την αντιμετώπιση της ρύπανσης και τότε θα πρέπει ο άνθρωπος να λάβει συγκεκριμένα μέτρα προστασίας τους.

Όταν το νερό ρυπαίνεται από διάφορα λύματα αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται η διαύγεια του καθώς και το οξυγόνο που είναι διαλυμένο σ' αυτό. Επίσης η ρύπανση μειώνει την ποικιλότητα της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής καθώς πολλοί οργανισμοί δεν μπορούν να ζήσουν σε συνθήκες ρύπανσης με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί τους σταδιακά να μειώνονται και τελικά να εξαφανίζονται. Τέλος, προκαλείται και αισθητική υποβάθμιση ή ακόμα και πλήρης καταστροφή των υδάτινων τοπίων (ακτών, λιμνών, ποταμών, ρεμάτων).

Με ποιο τρόπο όμως ο άνθρωπος που μπορεί να περιορίσει τη ρύπανση των υδάτινων οικοσυστημάτων;

Τα μέτρα προστασίας που καλείται να πάρει ο άνθρωπος για να περιορίσει τη ρύπανση των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι τα εξής: θα πρέπει να αποφεύγουμε να πετάμε τροφές στους υπονόμους καθώς και να επιβάλουμε στους πλοιοκτήτες να ξεπλένουν τις δεξαμενές των πλοίων τους που είναι γεμάτες από πετρελαιοειδή τους ειδικούς σταθμούς. Επίσης θα πρέπει για παράδειγμα να μη χρησιμοποιούμε περιττά λιπάσματα

στις καλλιέργειες τα οποία μετά καταλήγουν με το νερό της άρδευσης ή της βροχής στους υδάτινους αποδέκτες, δηλαδή με άλλα λόγια, θα πρέπει να περιορίσουμε όλες εκείνες τις δραστηριότητες που προκαλούν σε τρίτους.

Ένα άλλο μέτρο προστασίας που καλούμαστε να πάρουμε ως ενεργοί πολίτες είναι να επεξεργαζόμαστε τα λύματα πριν το διοχετεύσουμε στο υδάτινο οικοσύστημα δηλαδή να κάνουμε, όπως λέμε, **βιολογικό καθαρισμό**. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να κάνουμε κατεργασία των λυμάτων με φυσικό αερισμό (προσθήκη οξυγόνου) καθώς και προσθήκη μικροοργανισμών στα λύματα. Με τον τρόπο αυτό, επιταχύνεται η φυσική διαδικασία καθαρισμού που διαθέτει ο υδάτινος αποδέκτης. Επιπλέον ο βιολογικός καθαρισμός συνδυάζεται και με ανακύκλωση του νερού οπότε γίνεται ταυτόχρονα και η εξοικονόμηση του.

## **2.5 Διαχωρισμός μειγμάτων**

Οι ουσίες που χρησιμοποιεί ο σύγχρονος άνθρωπος στην καθημερινή του ζωή, για παράδειγμα στην βιομηχανία, στο εργαστήριο αλλά ακόμα και στη διατροφή του πολλές φορές πρέπει να είναι καθαρές, δηλαδή απαλλαγμένες από διάφορες προσμειξεις. Και αυτό διότι, οι περισσότερες ουσίες βρίσκονται στην φύση σε μείγματα (βλέπε προηγούμενη ενότητα για τα μείγματα). Κατά συνέπεια, πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος να διαχωριστεί η ουσία από διάφορες άλλες με τις οποίες βρίσκεται μαζί. Δηλαδή, θα πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος να διαχωρίσουμε ένα μείγμα στις ουσίες από τις οποίες αποτελείται.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι διαχωρισμού ενός μίγματος στα συστατικά του, από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι οι εξής: η **εκχύλιση**, η **απόχυση**, η **διήθηση**, η **εξάτμιση**, η **απόσταξη**, η **χρωματογραφία** και η **φυγοκέντρωση**.

Την **εκχύλιση** την εφαρμόσουμε όταν θέλουμε να διαχωρίσουμε ορισμένα συστατικά ενός μίγματος με τη χρήση κατάλληλου διαλυτικού μέσου. Για παράδειγμα, όταν βράζουμε φιλαράκια τσαγιού, η ουσία που περιέχουν εκχυλίζεται από τα φιλαράκια μέσα στο νερό που παίζει το ρόλο του διαλυτικού μέσου. Έτσι προκύπτει το τσάι που πίνουμε.

Η **απόχυση**, χρησιμοποιείται για να διαχωρίσουμε ένα υγρό από ένα στερεό σώμα. Για παράδειγμα, στην προηγούμενη περίπτωση όταν θέλουμε να πιούμε το τσάι χύνουμε προσεκτικά το υγρό σε άλλο δοχείο ώστε να μην παρασυρθούν τα φιλαράκια τσαγιού. Άλλο παράδειγμα, γνωστό από την καθημερινή μας ζωή, είναι όταν θέλουμε να διαχωρίσουμε το θαλασσινό νερό από την άμμο που περιέχει. Στην περίπτωση αυτή, αφήνουμε την άμμο να κατακάτσει, και στη συνέχεια χύνουμε προσεκτικά το θαλασσινό νερό σε άλλο δοχείο χωρίς να παρασυρθούν οι κόκκοι της άμμου.

Τη **διήθηση** τη χρησιμοποιούμε για το διαχωρισμό υγρών ουσιών από αδιάλυτες στέρεες ουσίες. Η διήθηση ονομάζεται αλλιώς και **φιλτράρισμα**. Χρησιμοποιώντας το προηγούμενο παράδειγμα πάλι όταν θέλουμε να πιούμε το τσάι, μπορούμε, αντί για την απόχυση να κάνουμε φιλτράρισμα: να περάσουμε δηλαδή το μείγμα από ένα φίλτρο

(ηθμός ή σουρωτήρι) οπότε η υγρή ουσία (το τσάι) θα περάσει μέσα από τους πόρους του φίλτρου ενώ τα στερεά φιλαράκια του τσαγιού θα συγκρατηθούν.

Την **εξάτμιση** την χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να κάνουμε διαχωρισμό στερεών και διαλυτών ουσιών (δηλαδή ουσιών που έχουν διαλυθεί) από υγρούς διαλύτες. Η εξάτμιση πραγματοποιείται με την θέρμανση του μείγματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εξάτμιση του θαλασσινού νερού στις αλυκές (μία παραδοσιακή τεχνική παρασκευής μαγειρικού αλατιού). Η εξάτμιση του θαλασσινού νερού για να πάρουμε αλάτι μπορεί να γίνει είτε με τον ήλιο είτε με τη θέρμανση του θαλασσινού νερού σε ένα ποτήρι, οπότε εξατμίζεται το νερό και παραμένει το αλάτι.

Η **απόσταξη**, είναι μία μέθοδος διαχωρισμού των υγρών συστατικών ενός μίγματος ή των υγρών από τις στέρεες ουσίες. Ο διαχωρισμός στην περίπτωση αυτή, βασίζεται στο ότι τα συστατικά του μείγματος βράζουν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η απόσταξη του αργού πετρελαίου στα διυλιστήρια οπότε προκύπτει η βενζίνη. Αυτό συμβαίνει επειδή η βενζίνη αποτελείται από υδρογονάνθρακες που βράζουν σε διαφορετικές θερμοκρασίες από τα υπόλοιπα υγρά συστατικά του μίγματος.

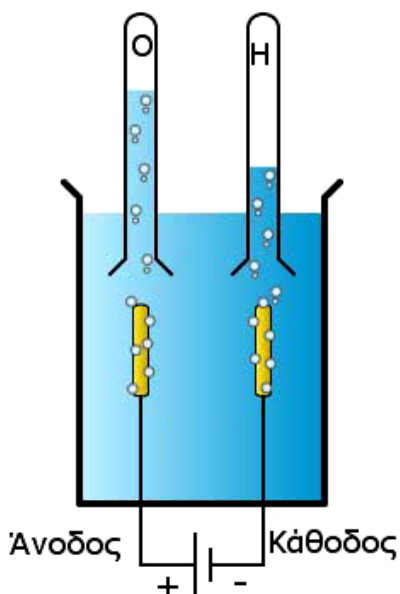
Η **χρωματογραφία**, είναι μία μέθοδος διαχωρισμού των συστατικών διαφόρων υγρών δειγμάτων. Βασίζεται στην ικανότητα που έχουν τα συστατικά αυτά να προσροφώνται πάνω σε ένα διηθητικό χαρτί ή γενικά πάνω σε ένα πορώδες υλικό. Για να γίνει η χρωματογραφία, θα πρέπει τα συστατικά του υγρού μείγματος να διαλύονται σε έναν διαλύτη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο διαχωρισμός των συστατικών από το οποίο αποτελείται το μελάνι. Στην περίπτωση αυτή βάζουμε σε ένα μακρόστενο κομμάτι διηθητικού χαρτιού μια σταγόνα μελανιού, και το βυθίζουμε σε ένα δοχείο που περιέχει τον κατάλληλο διαλύτη (για παράδειγμα διάλυμα αλκοόλης). Τα παρατηρήσουμε ότι μετά από λίγο η σταγόνα του μελανιού έχει διαχωριστεί σε διάφορα χρώματα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το μελάνι αποτελείται από διάφορα χρώματα που είναι αναμειγμένα και διαχωρίζονται με τη χρωματογραφία. Ο διαχωρισμός οφείλεται στο ότι τα συστατικά του μείγματος έχουν διαφορετική ικανότητα προσρόφησης πάνω στο πορώδες υλικό. Καθώς λοιπόν ο διαλύτης διαβρέχει το πορώδες υλικό του βοηθητικού χαρτιού, παρασύρει τα συστατικά του μελανιού, τα οποία έτσι διαχωρίζονται.

Η **φυγοκέντρωση** είναι μία μέθοδος διαχωρισμού στερεών ουσιών που αιωρούνται σε υγρούς διαλύτες σχηματίζοντας τα γαλακτώματα. Γίνεται με την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης. Συγκεκριμένα, υποβάλουμε το μείγμα στη γρήγορη περιστροφική κίνηση, σε ειδικές φυγοκεντρικές συσκευές, με αποτέλεσμα τα στερεά συστατικά να καθιζάνουν και να διαχωρίζονται από τα υγρά συστατικά. Με αυτήν τη μέθοδο διαχωρίζουμε το λάδι από τις πολτοποιημένες ελιές, το βούτυρο από το γάλα αλλά και τα διάφορα συστατικά του αίματος (τα κύτταρα από το πλάσμα).



## 2.6 Διάσπαση του νερού- χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία

Άραγε το νερό που πίνουμε, ποτίζουμε τα λουλούδια μας, ή χρησιμοποιούμε στο μαγείρεμα είναι μία ουσία ή αποτελείται από διαφορετικές ουσίες; Απάντηση στο ερώτημα αυτό μπορεί να δώσει το πείραμα που απεικονίζεται στη σελ. **σ48 του σχολικού βιβλίου** και φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα:



Σε μία συσκευή ηλεκτρόλυσης (λέγεται αλλιώς και συσκευή **hoffman** ή βολτάμετρο), βάζουμε νερό που περιέχει και λίγο θειικό οξύ (το θειικό οξύ βοηθάει στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος). Στη συνέχεια, βυθίζουμε στους δύο σωλήνες της ηλεκτρολυτικής συσκευής δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια (σύρματα) τα οποία συνδέουμε με τους πόλους μιας μπαταρίας. Αμέσως παρατηρούμε ότι στα δύο ηλεκτρόδια παράγονται φυσαλίδες αερίου. Τι αέρια όμως είναι αυτά και από που προήλθαν; Μετά από λίγη ώρα στους δύο σωλήνες της ηλεκτρολυτικής συσκευής έχουν συγκεντρωθεί τα δύο αέρια και παρατηρούμε ότι το αέριο που έχει συγκεντρωθεί στον σωλήνα που βρίσκεται η κάθοδος, δηλαδή ο αρνητικός πόλος της μπαταρίας (-) είναι **διπλάσιο σε όγκο** από το αέριο που έχει συγκεντρωθεί στην άνοδο, δηλαδή στο θετικό πόλο της μπαταρίας (+).

Μπορούμε κατόπιν, να συλλέξουμε τα δύο αέρια σε ένα αναποδογυρισμένο σωλήνα και χρησιμοποιώντας ένα αναμμένο σπίρτο, θα παρατηρήσουμε ότι το αέριο που συλλέξαμε από την κάθοδο αναφλέγεται με χαρακτηριστικό κρότο! Αυτό σημαίνει, ότι **το αέριο που συγκεντρώθηκε στην κάθοδο είναι το αέριο υδρογόνο**. Με τον ίδιο τρόπο διαπιστώνουμε ότι το αέριο που συγκεντρώθηκε στην **άνοδο είναι αέριο οξυγόνο καθώς η φλόγα του σπίρτου δυναμώνει** (γνωρίζουμε ότι το οξυγόνο δυναμώνει τη φλόγα). Επιπλέον, αν θα μπορούσαμε να ζυγίσουμε τα δύο αέρια, δηλαδή το υδρογόνο και το οξυγόνο που απελευθερώνονται από το πείραμα αυτό, θα βρίσκαμε ότι **η μάζα του οξυγόνου, είναι 8 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του υδρογόνου**. Δηλαδή:

$$\frac{\text{μάζα υδρογόνου}}{\text{μάζα οξυγόνου}} = \frac{1}{8}$$
 Και σε αυτό το συμπέρασμα θα καταλήγαμε, ανεξάρτητα από την ποσότητα νερού που βάζαμε αρχικώς μέσα στην ηλεκτρολυτική συσκευή. Επιστρέφοντας λοιπόν στο αρχικό μας ερώτημα, τώρα μπορούμε να δώσουμε εύκολα την απάντηση: το **νερό, δεν είναι μία ουσία αλλά δύο διαφορετικές ουσίες το υδρογόνο και το οξυγόνο μαζί!** Με άλλα λόγια, το νερό είναι μία **σύνθετη ουσία** αφού μπορεί να διασπαστεί σε δύο απλούστερες, οι οποίες μάλιστα βρίσκονται σε σταθερή σύσταση μέσα στο νερό. Για τον λόγο αυτό, το πείραμα που περιγράψαμε λέγεται ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού, διάσπαση δηλαδή με την βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος.

Κάθε ουσία, που όπως το νερό, έχει σταθερή σύσταση και διασπάται σε απλούστερες ουσίες, ονομάζεται χημική ένωση. Εκτός από το νερό, άλλες χημικές ενώσεις είναι το αλάτι, τη ζάχαρη, το οινόπνευμα, το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα. Το οξυγόνο και το υδρογόνο είναι δύο ουσίες με διαφορετικές ιδιότητες η μία από την άλλη, και δεν μπορούν να διασπαστούν σε άλλες απλούστερες. Οι ουσίες λοιπόν, όπως το υδρογόνο και το οξυγόνο που δεν διασπώνται σε άλλες απλούστερες ονομάζονται **χημικά στοιχεία**. Είναι προφανές, ότι αν ενωθούν τα χημικά στοιχεία προκύπτουν οι χημικές ενώσεις. Τα χημικά στοιχεία, όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, ο χρυσός, ο άργυρος, όπου ο υδράργυρος λέγονται **μέταλλα** όπως θα δούμε σε επόμενη τάξη. Επίσης υπάρχουν και άλλα χημικά στοιχεία όπως το άζωτο, ο άνθρακας, το θείο, το οξυγόνο και του υδρογόνου που είδαμε τα οποία ονομάζονται **αμέταλλα**.

**Προσοχή: Διαβάζουμε τον πίνακα 4 στην σελ.52 του σχολικού βιβλίου**

### **2.7 Η χημική αντίδραση**

Όπως είδαμε στο προηγούμενο πείραμα, της ηλεκτρολυτικής διάσπασης του νερού, προέκυψαν δύο νέες ουσίες, το υδρογόνο και το οξυγόνο, με διαφορετικές ιδιότητες αλλά και διαφορετική φυσική κατάσταση (αέρια). Με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος δηλαδή, έγινε μία μεταβολή: διασπάστηκε το νερό, που είναι μία χημική ένωση σε υγρή κατάσταση, σε δύο χημικά στοιχεία το υδρογόνο και το οξυγόνο που βρίσκονται σε αέρια κατάσταση. Μεταβολές όπως η παραπάνω διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο, κατά τις οποίες από κάποιες αρχικές ουσίες προκύπτουν νέες ουσίες με διαφορετικές ιδιότητες από τις αρχικές ονομάζονται χημικές αντιδράσεις. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα χημικής αντίδρασης από την καθημερινή μας ζωή είναι το σκουριασμά ενός σιδερένιου καρφιού. Ένα σιδερένιο καρφί αν εκτεθεί σε περιβάλλον που υπάρχει υγρασία, ενώνεται με το οξυγόνο που έχει ο αέρας και σχηματίζει τη σκουριά. Πρόκειται για μία χημική αντίδραση καθώς η σκουριά είναι μία ουσία με διαφορετικές ιδιότητες και από το σίδηρο και από το οξυγόνο. Ένα άλλο παράδειγμα χημικής αντίδρασης που συμβαίνει στη φύση είναι η γνωστή σε μας, **φωτοσύνθεση**.

Κατά τη χημική αντίδραση της φωτοσύνθεσης το διοξείδιου του άνθρακα που βρίσκεται στον αέρα, με τη βοήθεια του φωτός και της χλωροφύλλης, ενώνεται με το νερό και δίνουν τη γλυκόζη και το οξυγόνο. Σε κάθε χημική αντίδραση οι νέες ουσίες που προκύπτουν ονομάζονται **προϊόντα**, ενώ οι αρχικές ουσίες οι οποίες υπήρχαν πριν πραγματοποιηθεί η χημική αντίδραση ονομάζονται **αντιδρώντα**.

Αν ζυγίσουμε τα αντιδρώντα σώματα πριν από την αντίδραση, θα δούμε ότι η μάζα τους ισούται με τη μάζα των προϊόντων, δηλαδή των σωμάτων που προκύπτουν από τη χημική αντίδραση. Γενικά, σε κάθε χημική αντίδραση ισχύει η παρακάτω σχέση:

**Μάζα αντιδρώντων = Μάζα προϊόντων**

## Εξώθερμες και ενδόθερμες αντιδράσεις

Από την εμπειρία μας γνωρίζουμε, ότι αν βάλουμε φωτιά σ'ένα κομμάτι χαρτί αυτό θα γίνει στάχτη. Η στάχτη όμως, είναι μία ουσία που έχει διαφορετικές ιδιότητες από το χαρτί. Δηλαδή, κατά την καύση του χαρτιού έγινε μία χημική αντίδραση. Κατά την αντίδραση όμως αυτή, απελευθερώθηκε θερμότητα. Οι χημικές αντιδράσεις όπως η καύση του χαρτιού, κατά τις οποίες απελευθερώνεται θερμότητα, λέγονται **εξώθερμες αντιδράσεις**. Εξώθερμες αντιδράσεις είναι επίσης η καύση του κεριού, του πετρελαίου, της βενζίνης και άλλες.

Αν διαλύσουμε λίγη μαγειρική σόδα σε ξύδι θα παρατηρήσουμε ότι προκύπτει ένα σώμα που έχει διαφορετικές ιδιότητες από το ξύδι και την σόδα, ενώ ταυτόχρονα παράγεται ένα αέριο (το αέριο αυτό είναι το διοξείδιο του άνθρακα). Συνεπώς, και εδώ πραγματοποιήθηκε μία χημική αντίδραση. Στην περίπτωση όμως αυτή, βάζοντας ένα θερμόμετρο μέσα στο δοχείο που γίνεται η χημική αντίδραση, θα παρατηρήσουμε ότι η ένδειξη του θερμομέτρου πέφτει γεγονός το οποίο σημαίνει ότι η θερμοκρασία μειώνεται καθώς απορροφάται θερμότητα. Δηλαδή, η θερμοκρασία μετά το τέλος της χημικής αντίδρασης είναι μικρότερη από την θερμοκρασία πριν πραγματοποιηθεί η χημική αντίδραση. Αντιδράσεις όπως αυτή οι οποίες πραγματοποιούνται με απορρόφηση θερμότητας ονομάζονται **ενδόθερμες αντιδράσεις**.

## **2.8 Άτομα και μόρια**

### Ατομική θεωρία

Μία από τις θεωρίες στις οποίες βασίζεται η χημεία είναι η ατομική θεωρία. Πατέρας της ατομικής θεωρίας υπήρξε ο Τζον Ντάλτον (John Dalton) στις αρχές του 19ου αιώνα και την υποστήριξε με πειραματικά δεδομένα. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, όλα τα σώματα που υπάρχουν τριγύρω μας, δηλαδή η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια τα οποία δεν μπορούμε να δούμε (αλλά καταλαβαίνουμε την ύπαρξη τους) και τα οποία δεν τέμνονται σε άλλα μικρότερα. Τα σωματίδια αυτά ονομάζονται **άτομα**.

**Σημείωση 1:** *Για τα άτομα, είχαν μιλήσει οι αρχαίοι Έλληνες ήδη από τον 5ο αιώνα π.χ. Πιο συγκεκριμένα ο Λεύκιππος και ο μαθητής του, ο Δημόκριτος, είχαν διατυπώσει την άποψη ότι η ύλη αποτελείται από άτομα σε κενό χώρο. Τα σωματίδια που αποτελούσαν την ύλη, για τον Δημόκριτο ήταν άφθαρτα και αναλλοίωτα (σήμερα γνωρίζουμε ότι αυτό δεν ισχύει) και τα ονόμασε άτομα επειδή δεν μπορούν να κοπούν (άτομα= α+τέμνω)*

### Χημικά στοιχεία-χημικές ενώσεις

Από πόσα διαφορετικά άτομα όμως αποτελείται η ύλη που υπάρχει τριγύρω μας; Στη φύση, υπάρχουν περίπου εκατό διαφορετικά άτομα και από αυτά δημιουργείται όλος ο κόσμος τριγύρω μας, αλλά και εμείς οι ίδιοι. Τα άτομα αυτά, ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν πιο σύνθετα σωματίδια. Τα σωματίδια αυτά ονομάζονται **μόρια**. Κατά συνέπεια ένα μόριο αποτελείται από άτομα. Τα χημικά στοιχεία και οι χημικές ενώσεις



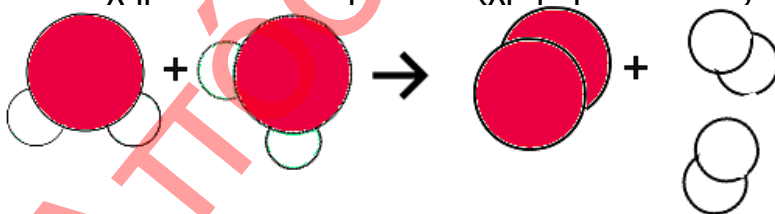
που γνωρίσαμε στην προηγούμενη ενότητα, αποτελούνται από μόρια. Τα μόρια όμως των χημικών στοιχείων αποτελούνται από το ίδιο είδος ατόμων, ενώ όταν ενώνονται διαφορετικά άτομα σχηματίζονται τα μόρια των χημικών ενώσεων. Έτσι για παράδειγμα, όταν ενώνονται όμοια άτομα οξυγόνου φτιάχνουν τα μόρια του οξυγόνου και όταν ενώνονται άτομα υδρογόνου και οξυγόνου μαζί φτιάχνουν το μόριο του νερού.

### Αναπαράσταση ατόμων και μορίων

Πως όμως μοιάζουν τα άτομα, αν κανένας μας δεν τα έχει δει; Η ατομική θεωρία του Ντάλτον, μας λέει ότι τα άτομα μοιάζουν με μικρές σφαίρες. Οι επιστήμονες μάλιστα, σήμερα υποστηρίζουν ότι η εικόνα αυτή που έχουμε για τα άτομα, δεν απέχει πάρα πολύ από την πραγματικότητα. Έτσι, εάν θέλουμε να ζωγραφίσουμε τα άτομα μπορούμε να τα παριστάνουμε με απλούς κύκλους. Πολλές φορές όμως, για να έχουμε μία εποπτική εικόνα του ατόμου αλλά και του μορίου, χρησιμοποιούνται μικρές πλαστικές σφαίρες σε διάφορα μεγέθη και χρώματα που παριστάνουν τα άτομα. Τα σφαιρίδια αυτά αλλά και οι κύκλοι με τους οποίους απεικονίζονται σχηματικά τα άτομα, ονομάζονται **προσομοιώματα** ατόμων.

### Η εξήγηση της διάσπασης του νερού με την ατομική θεωρία

Όπως είπαμε προηγουμένως, το νερό (που είναι μία χημική ένωση), το υδρογόνο και το οξυγόνο (που είναι χημικά στοιχεία), αποτελούνται από μόρια. Τα μόρια αυτά αποτελούνται με τη σειρά τους από άτομα. Είδαμε επίσης σε προηγούμενη ενότητα ότι με την ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού προκύπτει το υδρογόνο και το οξυγόνο. Συνεπώς το νερό αποτελείται από άτομα υδρογόνου και οξυγόνου, το οξυγόνο μόνο από άτομα οξυγόνου και το υδρογόνο μόνο από άτομα υδρογόνου. Πως όμως προέκυψαν νέα μόρια υδρογόνου και οξυγόνου χρησιμοποιώντας μόνο μόρια νερού; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι πολύ απλή: όταν το νερό διασπάστηκε με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος χωρίστηκαν τα άτομα υδρογόνου και οξυγόνου που αποτελούσαν το μόριο του νερού αναδιατάχθηκαν μεταξύ τους (δημιούργησαν δηλαδή νέους συνδυασμούς ατόμων), και σχημάτισαν τα μόρια του υδρογόνου και του οξυγόνου. Αυτά φαίνονται σχηματικά και παρακάτω (χρησιμοποιώντας τα προσομοιώματα):



Τα μόρια του νερού πριν από τη διάσπαση

Το μόριο του οξυγόνου μετά τη διάσπαση

Τα μόρια του υδρογόνου μετά τη διάσπαση

Παρόλα αυτά, παρατηρούμε ότι το είδος και ο αριθμός των ατόμων, παραμένουν σταθερά.

**Σημείωση 2:** Για να καταλάβουμε πόσο μικρά είναι τα άτομα αλλά και τα μόρια που σχηματίζονται από αυτά, μπορούμε να δώσουμε το εξής παράδειγμα: αν μπορούσαμε να

μοιράσουμε μία σταγόνα νερό σε όλους τους ανθρώπους της γης, ο καθένας μας θα έπαιρνε περίπου τρακόσια δισεκατομμύρια μόρια!

## **2.9 Υποατομικά σωματίδια - ιόντα**

### **Δομή του ατόμου**

Ο 20ος αιώνας υπήρξε ένας σημαντικός αιώνας για τις φυσικές επιστήμες, γιατί, από την αυγή του κιόλας, ξεδιάλυνε το μυστήριο της δομής του ατόμου. Οι έρευνες επιφανών επιστημόνων της εποχής όπως του Ράδερφορντ και της Μαρί Κιουρί, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι το άτομο κάθε άλλο παρά αδιαίρετο είναι. Έτσι η άποψη που δεχόταν η ατομική θεωρία του Ντάλτον ότι τα άτομα είναι αδιαίρετα, άρχισε να καταρρίπτεται. Έτσι οι επιστήμονες της εποχής εκείνης αποδέχτηκαν σιγά σιγά την άποψη, που στην εποχή μας πλέον θεωρείται γεγονός, ότι δηλαδή το άτομο αποτελείται από τρία μικρότερα **υποατομικά** όπως λέμε, **σωματίδια**, δηλαδή σωματίδια που δομούν το άτομο.

Τα υποατομικά αυτά σωματίδια είναι τρία: τα **πρωτόνια** που συμβολίζονται με **p**, τα **νετρόνια** που συμβολίζονται με το **n** και τα **ηλεκτρόνια** που συμβολίζονται με το **e**. Η μάζα του πρωτονίου είναι σχεδόν ίση με τη μάζα του νετρονίου, ενώ κάθε ηλεκτρόνιο είναι **1836** φορές μικρότερο σε μάζα από το πρωτόνιο ή το νετρόνιο. Κάθε πρωτόνιο είναι θετικά φορτισμένο σωματίδιο με μία μονάδα θετικού ηλεκτρικού φορτίου (**p<sup>+</sup>**), ενώ το ηλεκτρόνιο είναι αρνητικά φορτισμένο με μία μονάδα αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου (στοιχειώδες φορτίο-**e<sup>-</sup>**). Τα νετρόνια δεν έχουν φορτίο δηλαδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερα σωματίδια (**n<sup>0</sup>**). Τα πρωτόνια και τα νετρόνια βρίσκονται συγκεντρωμένα στο κέντρο του ατόμου και αποτελούν τον **πυρήνα** του, ενώ τα ηλεκτρόνια κινούνται σε καθορισμένες τροχιές γύρω από τον πυρήνα. **Κάθε άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.** Αυτό σημαίνει πως το συνολικό θετικό φορτίο θα πρέπει να είναι ίσο με το συνολικό αρνητικό φορτίο. Με άλλα λόγια, ο αριθμός των ηλεκτρονίων στο άτομο θα πρέπει να είναι ίσος με τον αριθμό των πρωτονίων του πυρήνα και αυτό διότι τα νετρόνια δεν έχουν φορτίο οπότε δεν συμμετέχουν στο φορτίο του ατόμου.

### **Ατομικός και μαζικός αριθμός**

Κάθε άτομο έχει την ταυτότητα του θα λέγαμε, δηλαδή έχει έναν αριθμό που τον ξεχωρίζει από τα άλλα άτομα. Ο αριθμός αυτός συμβολίζεται με το γράμμα **Z** και ονομάζεται **ατομικός αριθμός**. Ο ατομικός αριθμός δείχνει τον αριθμό των πρωτονίων που περιέχει ένα άτομο στον πυρήνα του. Επειδή όμως ένα άτομο έχει τόσο πρωτόνια όσα και ηλεκτρόνια (ηλεκτρικά ουδέτερο) προκύπτει ότι ο ατομικός αριθμός ταυτίζεται με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που υπάρχουν στο άτομο. Αν με **N** συμβολίσουμε τον αριθμό των **νετρονίων** του πυρήνα τότε για κάθε άτομο ισχύει οι παρακάτω σχέση :

$$\mathbf{A=Z+N}$$

το γράμμα **A** ονομάζεται **μαζικός** αριθμός και συμβολίζει τον αριθμό των πρωτονίων και των νετρονίων μαζί που βρίσκονται στον πυρήνα του ατόμου. Είναι προφανές ότι αν γνωρίζουμε δύο μεγέθη στην παραπάνω σχέση μπορούμε να βρούμε το τρίτο.

## Ιόντα

Κάτω από ορισμένες συνθήκες μερικά άτομα μπορεί να χάσουν ή να κερδίσουν ηλεκτρόνια. Τα άτομα αυτά ονομάζονται **ιόντα**. Επειδή ένα ουδέτερο άτομο έχει φορτίο μηδέν, εύκολα προκύπτει το συμπέρασμα πώς ένα άτομο που χεί κερδίσει ή χάσει ηλεκτρόνια θα' χει φορτίο. Αν ένα άτομο κερδίσει ηλεκτρόνια τότε αποκτά περισσότερα αρνητικά φορτία από τα θετικά, ενώ εάν ένα άτομο χάσει ηλεκτρόνια, τότε αποκτά περισσότερα θετικά φορτία από τα αρνητικά. Αν το άτομο κερδίσει ηλεκτρόνια τότε ο συνολικός αριθμός των αρνητικών φορτίων είναι περισσότερος από τον αριθμό των θετικών φορτίων και το ιόν λέγεται **ανιόν**. Αν το άτομο χάσει ηλεκτρόνια, τότε τα θετικά φορτία στον πυρήνα του είναι περισσότερα από τα αρνητικά φορτία οπότε το άτομο είναι φορτισμένο θετικά και λέγεται **κατιόν**.

**Επιμέλεια:** Απόστολος Καψούρης