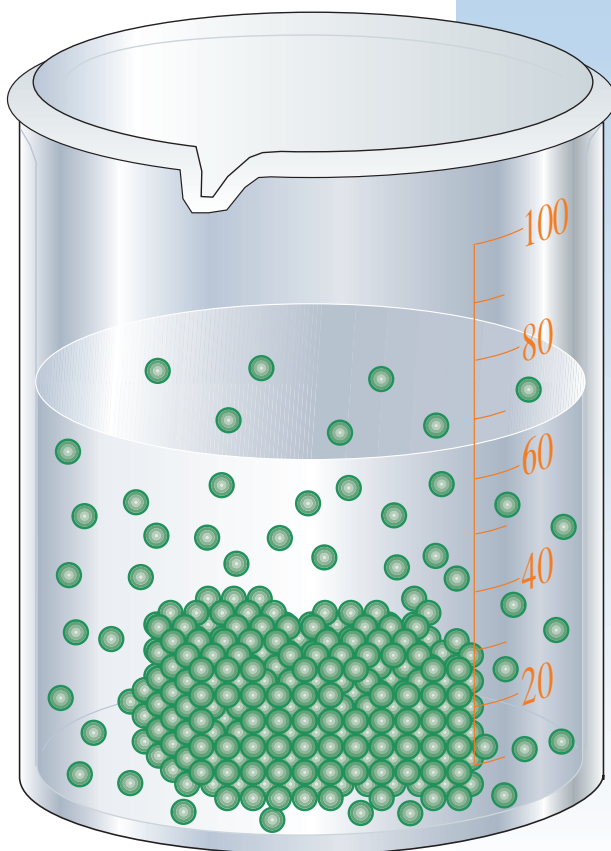


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

- 6.1 Τι είναι τα διαλύματα
  - 6.2 Είδη διαλυμάτων
  - 6.3 Διαλυτότητα
  - 6.4 Συγκέντρωση των διαλυμάτων
- Ασκήσεις



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



Τα αναψυκτικά, τα οινοπνευματώδη ποτά και άλλα υγρά προϊόντα είναι ομοιογενή μίγματα (διαλύματα)

### 6.1 Τι είναι τα διαλύματα

Το νερό της βρύσης, των ποταμών και της θάλασσας, ο ατμοσφαιρικός αέρας, το γάλα και το χώμα είναι μίγματα.

Τα μίγματα διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, με κριτήριο το μέγεθος των σωματιδίων που τα αποτελούν και τη σύσταση στις διάφορες περιοχές τους. Αν ένα μίγμα έχει την ίδια σύσταση σε όλη του την έκταση και τα συστατικά του δε διακρίνονται με γυμνό μάτι, τότε το μίγμα ονομάζεται **ομοιογενές**.

Στα ομοιογενή μίγματα η διάμετρος των σωματιδίων είναι μικρότερη από 1 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), δηλαδή όσο είναι το μέγεθος των ιόντων και των περισσότερων μορίων. Τέτοια μίγματα είναι το τσάι, τα αναψυκτικά, τα οινοπνευματώδη ποτά κ.ά.

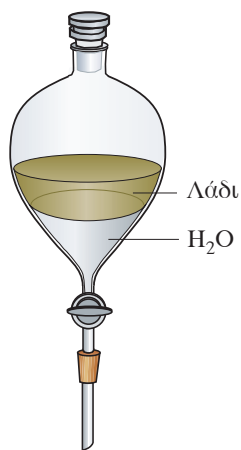
Τα ομοιογενή μίγματα ονομάζονται **διαλύματα**.

**Διαλύματα είναι τα ομοιογενή μίγματα δύο ή περισσότερων σωμάτων.**

Τα διαλύματα διακρίνονται σε στερεά (π.χ. τα κράματα), υγρά και αέρια (π.χ. ο αέρας), ανάλογα με τη φάση στην οποία βρίσκονται. Το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται στη μεγαλύτερη αναλογία ονομάζεται **διαλύτης**, ενώ το συστατικό που βρίσκεται στη μικρότερη αναλογία ονομάζεται **διαλυμένη ουσία**. Όταν ο διαλύτης είναι το νερό (ύδωρ), το διάλυμα ονομάζεται **υδατικό**. Τα υδατικά διαλύματα είναι τα σημαντικότερα από τα διαλύματα. Αυτά θα μελετηθούν στο κεφάλαιο αυτό.

Αν ένα μίγμα δεν έχει την ίδια σύσταση σε όλη του την έκταση και τα συστατικά του διακρίνονται με γυμνό μάτι, τότε το μίγμα ονομάζεται **ετερογενές**. Η διάμετρος των σωματιδίων στα ετερογενή μίγματα είναι μεγαλύτερη από 1000 nm ( $10^{-6} \text{ m}$ ). Παραδείγματα ετερογενών μιγμάτων αποτελούν το θολό νερό, το χώμα, το μίγμα νερού με λάδι κ.ά.

Μια ειδική κατηγορία μιγμάτων είναι τα **κολλοειδή διαλύματα**. Η διάμετρος των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας στα κολλοειδή διαλύματα είναι μεγαλύτερη από



Μίγμα λαδιού με νερό είναι ετερογενές μίγμα

## 6.3 Διαλυτότητα

ένα νανόμετρο (nm). Όταν εξατμιστεί ο διαλύτης, παραμένει υπόλειμμα με υφή κόλλας. Το ζελέ, η μαγιονέζα και το γάλα, αποτελούν παραδείγματα κολλοειδών διαλυμάτων.



Τα αναφνηκτικά είναι υδατικά διαλύματα

### 6.2 Είδη διαλυμάτων

Ανάλογα με τη μορφή των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας, τα διαλύματα διακρίνονται σε **ιοντικά** και **μοριακά**.

- Στα **ιοντικά διαλύματα** η διαλυμένη ουσία βρίσκεται είτε εξολοκλήρου, είτε μερικώς, υπό μορφή ιόντων. Τέτοια διαλύματα είναι τα διαλύματα των οξέων, των βάσεων και των αλάτων.
- Στα **μοριακά διαλύματα** η διαλυμένη ουσία βρίσκεται μόνο υπό μορφή μορίων. Παραδείγματα τέτοιων διαλυμάτων είναι τα διαλύματα γλυκόζης, αιθανόλης, ζάχαρης κ.ά.

## 6.3 Διαλυτότητα

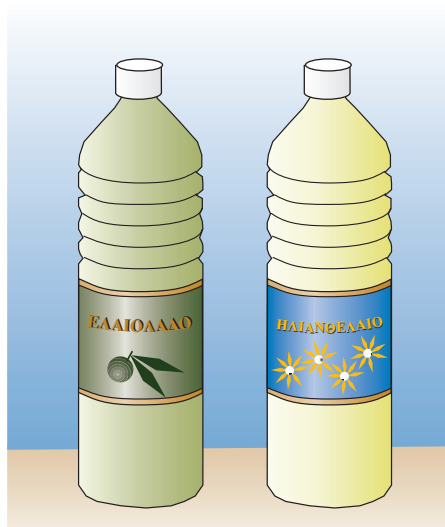
Υπάρχουν ουσίες που διαλύονται πολύ σε ένα διαλύτη και ουσίες που διαλύονται λίγο.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- Το ιώδιο είναι πολύ διαλυτό στο οινόπνευμα, ενώ ελάχιστα διαλύεται στο νερό.
- Το χλωριούχο νάτριο είναι διαλυτό στο νερό, ενώ δε διαλύεται στο πετρέλαιο.
- Τα λίπη δε διαλύονται στο νερό, ενώ είναι πολύ διαλυτά στον αιθέρα.

Όταν, σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, μπορεί να διαλυθεί σχετικά μεγάλη ποσότητα μιας ουσίας, η ουσία αυτή χαρακτηρίζεται ως **ευδιάλυτη**.

Παραδείγματα ευδιάλυτων ουσιών στο νερό, αποτελούν το χλωριούχο νάτριο ( $\text{NaCl}$ ), το νιτρικό κάλιο ( $\text{KNO}_3$ ) κ.ά. Αντίθετα, ουσίες που ελάχιστα διαλύονται σε ένα διαλύτη, χαρακτηρίζονται ως **δυσδιάλυτες**. Για παράδειγμα,

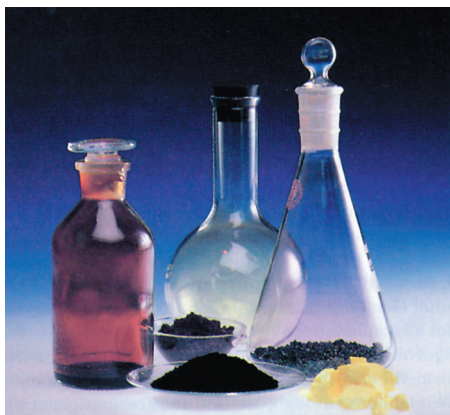


Τα διάφορα λάδια είναι διαλύματα, όχι υδατικά

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

δυσδιάλυτες ουσίες στο νερό, είναι ο χλωριούχος άργυρος ( $\text{AgCl}$ ) και το ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ).

Πίνακας 6.1: Διαλυτότητα των κυριότερων αλάτων στο νερό στους  $25^\circ\text{C}$ :



Ορισμένες ουσίες είναι ευδιάλυτες στο νερό και άλλες δυσδιάλυτες

Ευδιάλυτα άλατα	Δυσδιάλυτα άλατα
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Όλα τα νιτρικά</li> <li>■ Τα χλωριούχα, βρωμιούχα, ιωδιούχα <b>εκτός</b> <math>\text{AgX}</math>, <math>\text{PbX}_2</math></li> <li>■ Τα θειικά <b>εκτός</b> <math>\text{BaSO}_4</math>, <math>\text{PbSO}_4</math>, <math>\text{Ag}_2\text{SO}_4</math></li> <li>■ Τα άλατα των αλκαλίων* και του αμμωνίου</li> </ul> <p>* τα <math>\text{NaHCO}_3</math> και <math>\text{KHCO}_3</math> είναι μερικώς διαλυτά</p>	<p>Όλα τα ανθρακικά, φωσφορικά και θειούχα <b>εκτός</b> από τα άλατα των αλκαλίων και του αμμωνίου</p>

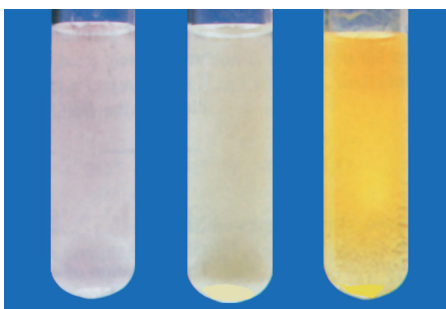
Όταν σε ορισμένη ποσότητα ενός διαλύτη διαλυθεί η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα μιας ουσίας, σε ορισμένη θερμοκρασία, τότε το διάλυμα που σχηματίζεται ονομάζεται **κορεσμένο**. Αντίθετα, το διάλυμα στο οποίο υπάρχει δυνατότητα να διαλυθεί και άλλη ποσότητα της ουσίας, ονομάζεται **ακόρεστο**.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες, είναι δυνατό σε ένα κορεσμένο διάλυμα να διαλυθεί επιπλέον ποσότητα της ουσίας, στην ίδια θερμοκρασία. Το διάλυμα αυτό ονομάζεται **υπέρκορο**. Μόνο ορισμένες ουσίες μπορούν να σχηματίσουν υπέρκορα διαλύματα (π.χ.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ).

Τα υπέρκορα διαλύματα είναι ασταθή. Με προσθήκη και της ελάχιστης ποσότητας στερεού σε ένα υπέρκορο διάλυμα ή με ανακίνηση του δοχείου που το περιέχει, αποβάλλεται η επιπλέον διαλυθείσα ποσότητα.

Η ικανότητα μιας ουσίας να διαλύεται σε ένα διαλύτη εκφράζεται με τη **διαλυτότητά** της.

**Διαλυτότητα μιας ουσίας είναι, η ποσότητα της ουσίας αυτής, που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, σε ορισμένη θερμοκρασία, ώστε να σχηματιστεί κορεσμένο διάλυμα.**



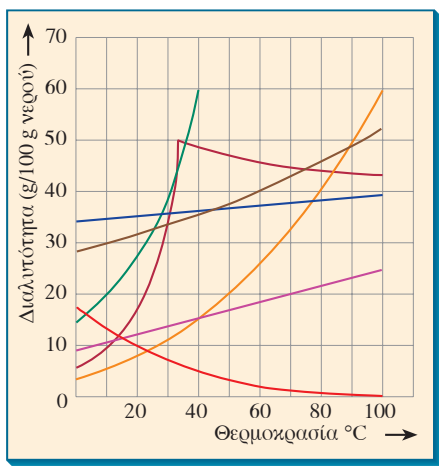
Τα άλατα  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$  και  $\text{AgI}$ , είναι δυσδιάλυτα στο νερό

## 6.3 Διαλυτότητα



Το πετρέλαιο είναι μη πολικός διαλύτης, ενώ το νερό είναι πολικός διαλύτης. Σε ποιο από τους δύο διαλύτες το ιώδιο έχει τη μεγαλύτερη διαλυτότητα;

### «Τα όμοια διαλύουν όμοια»



— KClO<sub>3</sub> — K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — Ce<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> — NaCl  
 — Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — KNO<sub>3</sub> — KCl

Καμπύλες διαλυτότητας  
μερικών αλάτων

Η διαλυτότητα εκφράζεται συνήθως σε γραμμάρια διαλυμένης ουσίας, που μπορούν να διαλυθούν σε 100 γραμμάρια διαλύτη, ή σε mole διαλυμένης ουσίας σε ένα λίτρο διαλύτη. Για παράδειγμα, η διαλυτότητα του νιτρικού καλίου, KNO<sub>3</sub>, στο νερό είναι 31,5 γραμμάρια σε 100 γραμμάρια νερού ή 5 mol σε ένα λίτρο νερού, στους 25° C. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε 131,5 γραμμάρια κορεσμένου διαλύματος νιτρικού καλίου περιέχονται 31,5 γραμμάρια άλατος και 100 γραμμάρια νερού.

### Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαλυτότητα

Η διαλυτότητα μιας ουσίας εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες. Αυτοί είναι η **φύση** της ουσίας, η **θερμοκρασία** και η **πίεση** (προκειμένου για αέρια).

#### Φύση της ουσίας

Ο όρος «**φύση**» της ουσίας αναφέρεται στο είδος των δεσμών, δηλαδή αν η ουσία είναι ιοντική ή μοριακή, πολική ή απολική.

Γενικά, για να αναμιγνύονται δύο ουσίες, πρέπει οι δυνάμεις έλξης μεταξύ των μορίων τους να είναι του ίδιου είδους.

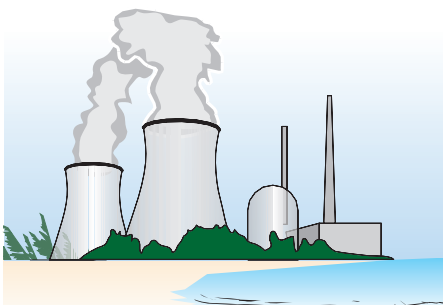
Με βάση τα πιο πάνω συνάγεται ότι:

- Στο νερό διαλύονται κατά κανόνα άλατα και βάσεις, που είναι ιοντικές ενώσεις και οξέα, τα μόρια των οποίων είναι πολωμένα.
- Μη πολωμένες ουσίες, όπως είναι το ιώδιο (I<sub>2</sub>), το πετρέλαιο, η βενζίνη και τα λάδια δε διαλύονται στο νερό, ενώ διαλύονται στον αιθέρα και άλλους απολικούς διαλύτες.

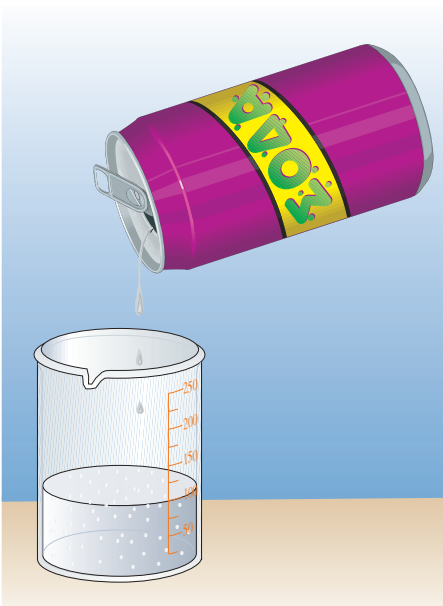
#### Θερμοκρασία

Η διαλυτότητα των διαφόρων ουσιών επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Έτσι, για παράδειγμα, η διαλυτότητα των **στερεών** κατά κανόνα αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Σε ελάχιστες περιπτώσεις η διαλυτότητα στερεών μειώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το θειικό δημητήριο, Ce<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Η μεταβολή της διαλυτότητας των διαφόρων ουσιών σε σχέση με τη θερμοκρασία, παριστάνεται γραφικά με τις **καμπύλες διαλυτότητας**.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



Η απόρριψη από ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς θερμού νερού, που χρησιμοποιήθηκε ως ψυκτικό μέσο, σε ποταμούς ή λίμνες, αυξάνει τη θερμοκρασία του νερού, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητα του οξυγόνου στο νερό και να πεθαίνουν τα ψάρια (θερμική ρύπανση)



Το άφρισμα που παρατηρείται όταν ανοίγεται ένα δοχείο αναψυκτικού ή μπίρας, οφείλεται στην ελάττωση της διαλυτότητας του διοξειδίου του άνθρακα, λόγω ελάττωσης της πίεσης μέσα στη φιάλη

Οι καμπύλες διαλυτότητας δίνουν χρήσιμες πληροφορίες:

- Δίνουν τη διαλυτότητα μιας ουσίας σε διάφορες θερμοκρασίες.
- Χρησιμοποιούνται για σύγκριση της διαλυτότητας διαφόρων ουσιών, στην ίδια θερμοκρασία.
- Χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ποσότητας μιας ουσίας που θα αποβληθεί ως ίζημα (θα κρυσταλλωθεί), αν ψυχθεί ένα διάλυμά της μέχρι ορισμένης θερμοκρασίας.

Η διαλυτότητα των **αερίων** ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Γι' αυτό το λόγο η εμφιάλωση αεριούχων ποτών, για παράδειγμα των αναψυκτικών, γίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία, για να είναι δυνατή η διάλυση μεγαλύτερης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα στο αναψυκτικό.

Πολύ λίγα αέρια είναι ευδιάλυτα στο νερό, επειδή τα μόρια των περισσότερων αερίων δεν είναι πολωμένα.

Στον πίνακα που ακολουθεί, φαίνεται η διαλυτότητα μερικών αερίων στο νερό, στους 20° C.

Πίνακας 6.2: Η διαλυτότητα μερικών αερίων στο νερό

Αέριο	Διαλυτότητα στους 20° C (mL αερίου / 100 mL H <sub>2</sub> O)
H <sub>2</sub>	2
O <sub>2</sub>	3
N <sub>2</sub>	1,6
NH <sub>3</sub>	75000
HCl	48000
SO <sub>2</sub>	4200
CO <sub>2</sub>	92

### ΕΡΩΤΗΣΗ

Γιατί, όταν ανοιχθεί ένα παγωμένο αναψυκτικό, παρατηρείται λιγότερο άφρισμα παρά όταν το αναψυκτικό δεν είναι παγωμένο;



### Πίεση

Η διαλυτότητα των αερίων αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης, ενώ η διαλυτότητα των στερεών και των υγρών δεν επηρεάζεται απ' αυτή.

### Η ασθένεια των δυτών



Όταν οι δύτες κατεβαίνουν σε μεγάλο βάθος, όπου η πίεση είναι μεγάλη, στο αίμα τους βρίσκεται διαλυμένη μεγαλύτερη μάζα αερίων ( $O_2$ ,  $N_2$ ) από την κανονική. Αν στη συνέχεια ο δύτες ανεβεί στην επιφάνεια πολύ γρήγορα, τότε η πίεση ελαττώνεται απότομα και μέρος των αερίων αποβάλλεται από το αίμα, αφού ελαττώνεται η διαλυτότητά τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φυσαλίδων μέσα στα αιμοφόρα αγγεία. Η κατάσταση αυτή είναι πολύ επικίνδυνη και οδυνηρή και ονομάζεται **ασθένεια των δυτών**. Για να αποφευχθεί αυτή η κατάσταση, η άνοδος στην επιφάνεια πρέπει να γίνεται πολύ αργά. Για τον ίδιο επίσης σκοπό, αντί μίγματος  $N_2/O_2$  χρησιμοποιείται μίγμα  $He/O_2$ , επειδή το ήλιο έχει μικρότερη διαλυτότητα στο αίμα.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιος διαλύτης –το νερό ή κάποιος απολικός διαλύτης – θα διαλύσει καλύτερα καθεμιά από τις πιο κάτω ουσίες; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας:
  - (α)  $HCl$ , (β)  $NH_3$ , (γ)  $Br_2$ ,
  - (δ)  $CH_3CH_2OH$  (αιθανόλη), (ε)  $CH_4$
2. Να εξηγήσετε, γιατί 100 mL νερού διαλύουν στους  $20^\circ C$  μόνο 3 mL οξυγόνου, ενώ η ίδια ποσότητα νερού, στην ίδια θερμοκρασία, διαλύει 48 L  $HCl$ ;
3. Η ζάχαρη ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), αν και δεν είναι ιοντική ένωση, διαλύεται πολύ καλά στο νερό. Τι είδους δεσμοί αναμένετε να υπάρχουν στο μόριο της ζάχαρης;



Οι ογκομετρικές φιάλες χρησιμοποιούνται για την παρασκευή διαλυμάτων με συγκέντρωση μεγάλης ακρίβειας

## 6.4 Συγκέντρωση των διαλυμάτων

Ορισμένες φορές, για να εκφραστεί η περιεκτικότητα των διαφόρων διαλυμάτων, χρησιμοποιούνται οι όροι **αραιό** ή **πυκνό** διάλυμα και **κορεσμένο** ή **ακόρεστο** διάλυμα. Στις περισσότερες περιπτώσεις στα χημικά εργαστήρια, στη βιομηχανία κ.ά. χρειάζεται να είναι γνωστή επακριβώς η ποσότητα μιας ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος σε μια ουσία εκφράζεται με τον όρο **συγκέντρωση**.

**Συγκέντρωση (C) ενός διαλύματος είναι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.**

Στη συνέχεια δίνονται οι πιο συνηθισμένοι τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης των διαλυμάτων.

### (α) Επί τοις εκατόν κατά όγκο (% κ.ο.)

Η επί τοις εκατόν κατά όγκο συγκέντρωση, εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας, σε γραμμάρια, που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος.

**% κ.ο.: Γραμμάρια διαλυμένης ουσίας σε 100 mL διαλύματος**

Αν η συγκέντρωση ενός διαλύματος χλωριούχου καλίου, KCl, είναι 4% κ.ο., αυτό σημαίνει ότι σε 100 mL του διαλύματος αυτού είναι διαλυμένα 4 g KCl .

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Σε 500 mL διαλύματος υδροξειδίου του καλίου, KOH, είναι διαλυμένα 15 γραμμάρια KOH. Πόση είναι η % κ.ο. συγκέντρωση του διαλύματος;

### ΛΥΣΗ

500 mL διαλύματος περιέχουν	15 g KOH
100 mL	x;
επομένως $x = 3$ g KOH	και <b>% κ.ο. = 3</b>



## 6.4 Συγκέντρωση των διαλυμάτων

### (β) Επί τοις εκατόν κατά μάζα (% κ.μ.)



Στο εργαστήριο παρασκευάζονται διαλύματα διαφόρων συγκεντρώσεων

Η επί τοις εκατόν κατά μάζα συγκέντρωση, εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας, σε γραμμάρια, που είναι διαλυμένη σε εκατό γραμμάρια διαλύματος.

Αν σε 100 γραμμάρια διαλύματος γλυκόζης, είναι διαλυμένα 6 γραμμάρια γλυκόζης, τότε το διάλυμα είναι 6 % κ.μ.

**% κ.μ.: Γραμμάρια διαλυμένης ουσίας  
σε 100 g διαλύματος**

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Πόσα γραμμάρια χλωριούχου καλίου, KCl, και πόσα γραμμάρια νερού απαιτούνται για την παρασκευή 250 γραμμαρίων διαλύματος 5% κατά μάζα;

### ΛΥΣΗ

100 g του διαλύματος περιέχουν 5 g KCl

250 g x;

$x = 12,5 \text{ g}$

Επομένως  $m_{(\text{H}_2\text{O})} = m_{(\text{διαλύματος})} - m_{(\text{KCl})} = 250 \text{ g} - 12,5 \text{ g} = 237,5 \text{ g}$

Επομένως πρέπει να διαλυθούν 12,5 γραμμάρια KCl σε 237,5 γραμμάρια νερού.

### (γ) Μοριακότητα (M)

Η μοριακότητα ενός διαλύματος εκφράζει την ποσότητα σε mole της διαλυμένης ουσίας, που περιέχεται σε ένα λίτρο διαλύματος.

Για παράδειγμα, διάλυμα χλωριούχου νατρίου, NaCl, 1,5 M, σημαίνει ότι σε ένα λίτρο διαλύματος περιέχεται διαλυμένο 1,5 mol χλωριούχου νατρίου, NaCl.

**M: ποσότητα σε mole διαλυμένης ουσίας  
σε 1 L διαλύματος**



Το σιφόνιο χρησιμοποιείται για μέτρηση όγκου, όταν απαιτείται η ακρίβεια διαλύματος ουσίας, συγκεκριμένης συγκέντρωσης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

(α) Πόσα γραμμάρια θειικού οξέος περιέχονται σε 2 λίτρα διαλύματος 3 M;

### ΛΥΣΗ

1 L διαλύματος περιέχει 3 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$

2 L  $\qquad \qquad \qquad$  x;

Επομένως  $x = 6 \text{ mol}$  και  $m = n \cdot M$

$$6 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 588 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

(β) Ποια είναι η μοριακότητα διαλύματος υδροχλωρικού οξέος, που περιέχει 14,6 g HCl σε 200 mL διαλύματος;

### ΛΥΣΗ

200 mL διαλύματος περιέχουν 14,6 g HCl

1000 mL  $\qquad \qquad \qquad$  x;

Επομένως  $x = 73 \text{ g}$

36,5 g HCl  $\qquad \qquad$  1 mol

73 g  $\qquad \qquad$  x;

επομένως  $x = 2 \text{ mol}$  και **M = 2**