

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Διαλύματα

- Διαλύματα και ετερογενή μείγματα
- Κατηγορίες διαλυμάτων
- Συγκέντρωση διαλύματος
- Ερωτήσεις
- Ασκήσεις – προβλήματα
- Ανακεφαλαίωση



2.1 Διαλύματα και ετερογενή μείγματα

Θυμηθείτε ότι:

Διάλυμα ονομάζουμε κάθε ομογενές μείγμα που αποτελείται από δύο ή από περισσότερες χημικές ουσίες.

Για να αντιληφθούμε, όμως, καλύτερα την έννοια του διαλύματος, ας παρακολουθήσουμε το παρακάτω απλό πείραμα.

Σε ένα ψηλό ποτήρι βάζουμε μια μεγάλη κουταλιά ζάχαρη και προσθέτουμε νερό χωρίς να ανακατεύουμε. Ύστερα από μία ώρα περίπου δοκιμάζουμε το μείγμα σε διάφορα σημεία του χρησιμοποιώντας ένα καλαμάκι το οποίο βυθίζουμε κάθε φορά σε διαφορετικό βάθος. Διαπιστώνουμε έτσι ότι η γεύση του υγρού είναι περισσότερο γλυκιά στα σημεία που βρίσκονται κοντά στον πάτο του ποτηριού, ενώ στην επιφάνεια είναι σχεδόν άγλυκο. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η ιδιότητα “γλυκιά γεύση” είναι διαφορετική στις διαφορετικές περιοχές του μείγματος. Ανάλογες διαφορές μπορεί να διαπιστωθούν και σε άλλες ιδιότητες του μείγματος όπως στην πυκνότητα, στο σημείο βρασμού κτλ.

Σε τι μπορεί να οφείλονται οι διαφορές αυτών των ιδιοτήτων στα διάφορα σημεία του υγρού;

Το γεγονός ότι το ζαχαρόνερο είναι περισσότερο γλυκό στα βαθύτερα σημεία του ποτηριού μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο αριθμός των μορίων της ζάχαρης που έρχονται σε επαφή με τη γλώσσα μας είναι τόσο μεγαλύτερος, όσο πιο κοντά στον πάτο του ποτηριού βρίσκεται το μείγμα που δοκιμάζουμε. Συνεπώς, στον ίδιο όγκο του υγρού αυτού (π.χ. στο 1mL) δεν περιέχεται ο ίδιος αριθμός μορίων ζάχαρης. Το μείγμα αυτό έχει, όπως λέμε, διαφορετική σύσταση στις διάφορες περιοχές του. Η διαφορετική αυτή σύσταση του μείγματος έχει ως αποτέλεσμα οι ιδιότητές του να εμφανίζουν διαφορετική τιμή σε διάφορα σημεία του. Το μείγμα αυτό χαρακτηρίζεται ως ετερογενές.

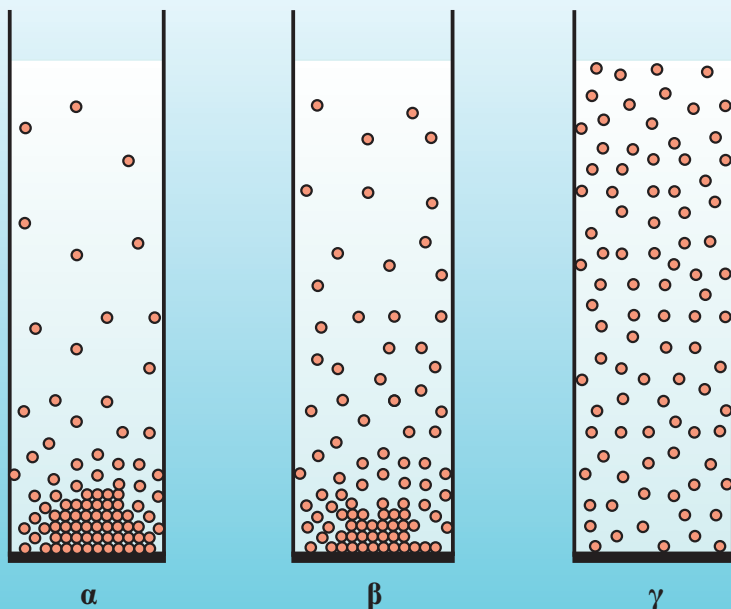
Αν, τώρα, ανακατέψουμε έντονα το παραπάνω μείγμα νερού – ζάχαρης, μπορούμε να διαπιστώσουμε εύκολα ότι έχει την ίδια γεύση σε όλα τα σημεία του. Το μείγμα αυτό μετατράπηκε τώρα σε ομογενές, διότι έχει σε όλα τα σημεία την ίδια σύσταση και, συνεπώς, τις ίδιες

διες ιδιότητες.

Παρασκευάσαμε έτσι ένα διάλυμα στο οποίο ο διαλύτης είναι το νερό και η διαλυμένη ουσία η ζάχαρη.

Πώς μπορούμε να χωρίσουμε έναν κρυστάλλο ζάχαρης σε εκατό ίσα μέρη;

Θα ήταν πολύ δύσκολο, ίσως και ακατόρθωτο, να πετύχουμε κάτι τέτοιο χρησιμοποιώντας μηχανικά μέσα. Σκεφτείτε ότι η μάζα ενός κρυστάλλου ζάχαρης είναι μικρότερη από 1mg. Δεν υπάρχει εξάλλου ζυγός με τον οποίο θα μπορούσαμε να ζυγίσουμε το 1/100 του 1/1000 του γραμμαρίου. Μπορούμε, όμως, να πετύχουμε πολύ εύκολα αυτή τη διαίρεση, αν διαλύσουμε τον κόκκο της ζάχαρης σε 100mL νερό και χωρίσουμε το διάλυμα σε εκατό ίσα μέρη.



Σχήμα 2.1

Προσομοιώσεις μειγμάτων και αναπαράσταση της διάλυσης στερεού σε υγρό:

α, β: ετερογενή μείγματα γ: ομογενές μείγμα (διάλυμα)

2.2 Κατηγορίες διαλυμάτων

Όταν ακούμε τη λέξη “διάλυμα”, έρχεται συνήθως στο νου μας ένα υγρό μείγμα του οποίου το βασικό συστατικό είναι το νερό. Αν και στην κατηγορία αυτή, στην οποία το νερό αποτελεί το διαλύτη, ανήκουν τα περισσότερα διαλύματα, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν επίσης διαλύματα στερεά και αέρια.

Στον πίνακα που ακολουθεί περιέχονται διάφορα παραδείγματα διαλυμάτων από τα οποία φαίνεται ότι τόσο ο διαλύτης όσο και η διαλυμένη ουσία μπορεί να βρίσκονται και στις τρεις φυσικές καταστάσεις.

Παράδειγμα διαλύματος	Διαλύτης	Διαλυμένη ουσία	Χαρακτηρισμός διαλύματος
Αλατόνερο	νερό	μαγειρικό αλάτι	διάλυμα στερεού σε υγρό
Βενζίνη	οκτάνιο	άλλοι υδρογονάνθρακες	διάλυμα υγρών σε υγρό
Υδροχλωρικό οξύ	νερό	υδροχλώριο	διάλυμα αερίου σε υγρό
Ατμοσφαιρικός αέρας	άζωτο	οξυγόνο και άλλα αέρια	διάλυμα αερίων σε αέρια
Μπρούντζος	χαλκός	κασσίτερος	διάλυμα στερεού σε στερεό
Κρύσταλλο	γυαλί	οξειδία μετάλλων	διάλυμα στερεών σε στερεό
Σαμπάνια	νερό	οινόπνευμα, ζάχαρη, CO ₂ κτλ.	διάλυμα στερεού, υγρού, και αερίου σε υγρό
Σπογγώδης Pt που έχει προσροφήσει H ₂	λευκόχρυσος	υδρογόνο	διάλυμα αερίου σε στερεό

Πίνακας 2.1

Παραδείγματα διαλυμάτων

Από τη μελέτη των παραδειγμάτων που περιλαμβάνει ο πίνακας αυτός προκύπτει ότι τα διαλύματα με βάση τη φυσική κατάσταση του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας διακρίνονται σε:

- διαλύματα στερεών, υγρών και αερίων σε υγρά
- διαλύματα στερεών και αερίων σε στερεά
- διαλύματα αερίων σε αέρια.

Σε κάθε διάλυμα που περιέχει νερό, ως διαλύτης θεωρείται κατά κανόνα το νερό.

Όταν τα συστατικά του διαλύματος βρίσκονται στην ίδια φυσική κατάσταση, θεωρούμε ως διαλύτη το συστατικό εκείνο που βρίσκεται στη μεγαλύτερη αναλογία.

Σε πολλά διαλύματα η διαλυμένη ουσία βρίσκεται με μορφή μορίων. Αυτό συμβαίνει κυρίως στα διαλύματα των περισσότερων οργανικών ενώσεων, π.χ. στα υδατικά διαλύματα ζάχαρης, οινόπνεύματος κτλ. Τα διαλύματα αυτά χαρακτηρίζονται ως μοριακά.

Όταν η διαλυμένη ουσία βρίσκεται στο διάλυμα με μορφή ιόντων (ατόμων ή συγκροτημάτων ατόμων με θετικό ή με αρνητικό φορτίο), ή με μορφή ιόντων και μορίων, τότε το διάλυμα χαρακτηρίζεται ως ιοντικό. Ιοντικά είναι τα διαλύματα των αλάτων και των υδροξειδίων των μετάλλων (ιοντικές ενώσεις), καθώς και τα διαλύματα των οξέων.

2.3 Συγκέντρωση διαλύματος

Είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο ότι οι ιδιότητες ενός διαλύματος εξαρτώνται από τον αριθμό των μορίων (ή των ιόντων) που περιέχονται σε ορισμένο όγκο του. Οι ιδιότητες δύο διαφορετικών διαλυμάτων ζάχαρης διαφέρουν τόσο περισσότερο μεταξύ τους, όσο περισσότερο διαφέρει ο αριθμός των μορίων ζάχαρης που περιέχονται σε ορισμένο όγκο (π.χ. σε 1mL) του καθενός από αυτά τα διαλύματα.

Ας υποθέσουμε ότι παρασκευάσαμε δύο διαλύματα H_2SO_4 Δ_1 και Δ_2 , όγκων $V_1=2\text{L}$ και $V_2=4\text{L}$, και ότι το καθένα από αυτά περιέχει 2mol ή $2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2SO_4 . Τα δύο αυτά διαλύματα, αν και περιέχουν την ίδια ποσότητα διαλυμένης ουσίας, διαφέρουν σημαντικά στις ιδιότητές τους. Το πρώτο διάλυμα, για παράδειγμα, είναι περισσότερο όξινο, έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και αντιδρά ζωηρότερα με τα μέταλλα σε σχέση με το δεύτερο.

Η αιτία των ποσοτικών αυτών διαφορών των δύο διαλυμάτων είναι το ότι στον ίδιο όγκο του καθενός από τα δύο αυτά διαλύματα περιέχεται διαφορετικός αριθμός mol, άρα και μορίων, H_2SO_4 .

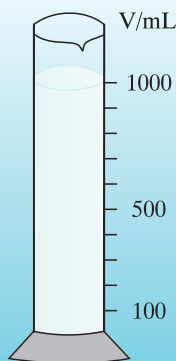
Στο κάθε 1L του διαλύματος Δ_1 περιέχονται $\frac{2}{2} = 1\text{mol}$ H_2SO_4 , ενώ

σε κάθε 1L του διαλύματος Δ_2 περιέχονται $\frac{2}{4} = 0,5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$.

Το μέγεθος που εκφράζει τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1L διαλύματος ονομάζεται μοριακή συγκέντρωση (molarity) του διαλύματος.

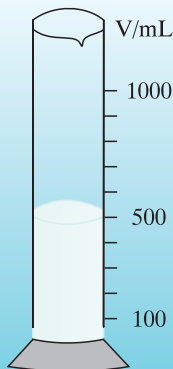
Η μοριακή συγκέντρωση συμβολίζεται με το γράμμα c .

Ισχύει προφανώς: $c = \frac{n}{V}$, όπου n ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και V ο όγκος του διαλύματος σε L.



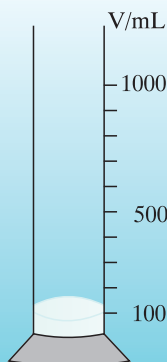
$$n = 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$c = \frac{1}{1} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$



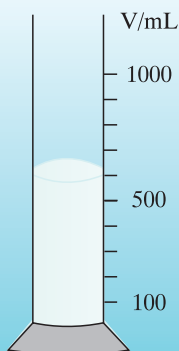
$$n = 0,5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$c = \frac{0,5}{0,5} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$



$$n = 0,1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$c = \frac{0,1}{0,1} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$



$$n = 0,6 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$c = \frac{0,6}{0,6} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Σχήμα 2.2

Και τα τέσσερα διαλύματα έχουν την ίδια μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση

Γενικά, ονομάζουμε περιεκτικότητα διαλύματος κάθε μέγεθος που εκφράζει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος ή διαλύτη.

Εκτός από τη μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση, χρησιμοποιούνται συνήθως και οι ακόλουθες εκφράσεις περιεκτικότητας:

Περιεκτικότητα στα εκατό κατά μάζα (% w/w)

Εκφράζει τη μάζα σε g της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε 100g διαλύματος.

Παράδειγμα

Διάλυμα καυστικού νατρίου περιεκτικότητας 20% w/w σημαίνει ότι σε κάθε 100g αυτού του διαλύματος περιέχονται 20g NaOH και $(100-20)\text{g} = 80\text{g}$ νερό.

Περιεκτικότητα στα εκατό κατά μάζα προς όγκο (% w/v)

Εκφράζει τη μάζα σε g της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε όγκο διαλύματος ίσο με 100mL.

Παράδειγμα

Διάλυμα νιτρικού οξέος περιεκτικότητας 25% w/v σημαίνει ότι σε κάθε 100mL του διαλύματος αυτού περιέχονται 25g HNO_3 .

Περιεκτικότητα στα εκατό κατ' όγκο προς όγκο (% v/v)

Αυτή η έκφραση περιεκτικότητας δηλώνει τους όγκους της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 όγκους διαλύματος και αναφέρεται:

α) Σε διαλύματα των οποίων τόσο ο διαλύτης, όσο και η διαλυμένη ουσία βρίσκονται σε υγρή κατάσταση. Στην περίπτωση αυτή η % v/v περιεκτικότητα χαρακτηρίζεται και ως “βαθμοί διαλύματος” (Vol).

Παραδείγματα:

Μπύρα 6 αλκοολικών βαθμών (ή 6% v/v, ή 6 Vol) σημαίνει ότι σε κάθε 100mL αυτής περιέχονται 6mL αλκοόλης. Ομοίως ξίδι 7 βαθμών σημαίνει ότι σε 100mL αυτού περιέχονται 7mL οξικού οξέος.

β) Σε διαλύματα αερίων σε αέριο.

Παράδειγμα:

Ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει περιεκτικότητα 21% v/v σε O_2 και 78% v/v σε N_2 . Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε 100L ατμοσφαιρικού αέρα περιέχονται 21L O_2 και 78L N_2 .

2.4 Ερωτήσεις

1. Ως διάλυμα χαρακτηρίζεται:
 - α. κάθε μείγμα
 - β. κάθε ομογενές μείγμα
 - γ. κάθε ομογενές μείγμα δύο μόνο χημικών ουσιών.
 - δ. κάθε ομογενές σώμα.
2. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις δε θα σχηματιστεί διάλυμα:
 - α. κατά την ανάμειξη νερού με οινόπνευμα
 - β. κατά τη διάλυση αμμωνίας σε νερό
 - γ. κατά τη νοθεία κρασιού με νερό
 - δ. κατά την ανάμειξη ζεστού με κρύο νερό.
3. Ο καθηγητής ρώτησε τους μαθητές του αν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι διάλυμα.
Ένας μαθητής απάντησε “ναι, είναι” και ανέφερε ως παράδειγμα τον αέρα σε ένα φουσκωμένο μπαλόνι.
Αρχικά συμφώνησαν όλοι μαζί του.
Όμως, λίγο αργότερα μία μαθήτρια διατύπωσε την αντίθετη άποψη, για την οποία ανέπτυξε και σχετικά επιχειρήματα.
 - α) Ποια μπορεί να ήταν τα επιχειρήματα της μαθήτριας;
 - β) Μήπως θα έπρεπε να ήταν η ερώτηση περισσότερο σαφής, ή μήπως θα έπρεπε να διακρίνουν οι μαθητές επί μέρους περιπτώσεις;
- γ) Απαντήστε στο ανάλογο ερώτημα: “Το θαλασσινό νερό είναι διάλυμα;”
4. Αν ένα διάλυμα έχει όγκο $V = \dots\dots\dots$ και περιέχει n mol διαλυμένης ουσίας, τότε η μοριακή συγκέντρωσή του δίνεται από τη σχέση $c = \dots\dots\dots$ και εκφράζει τον αριθμό $\dots\dots\dots$ της $\dots\dots\dots$ που περιέχονται σε $\dots\dots\dots$
5. Τέσσερα διαλύματα Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 και Δ_4 με αντίστοιχους όγκους 1L, 2L, 3L και 4L περιέχουν αντίστοιχα 1mol, 0,8mol, 0,6mol και 0,4mol H_2SO_4 . Να διατάξετε τα τέσσερα αυτά διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενης συγκέντρωσης.
6. Εξετάστε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση ενός διαλύματος στις εξής περιπτώσεις:
 - α) αν εξατμίσουμε ορισμένη ποσότητα του διαλύτη
 - β) αν το αραιώσουμε
 - γ) αν αυξήσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας.

2.5 Ασκήσεις – προβλήματα

- Ένα διάλυμα Δ όγκου 4L περιέχει 5mol H_2SO_4 . Υπολογίστε:
 - τη μοριακή συγκέντρωση του διαλύματος Δ, και
 - τον όγκο του διαλύματος Δ στον οποίο περιέχονται 2mol H_2SO_4 .
- Πόσα g NaOH πρέπει να διαλύσουμε σε νερό, προκειμένου να παρασκευάσουμε 2L διαλύματος συγκέντρωσης $c = 0,4\text{M}$; Σχετικές ατομικές μάζες: Na:23, H:1, O:16.
- Σε 500g H_2O διαλύσαμε 5,6L αερίου HCl σε STP και παρασκευάσαμε διάλυμα όγκου 500mL. Υπολογίστε:
 - τη μάζα και β) τη συγκέντρωση του διαλύματος.
 Σχετικές ατομικές μάζες: H:1, Cl:35,5.
- Ένα πλαστικό κουτί περιείχε 200g καθαρού NaOH λόγω, όμως, απορρόφησης υγρασίας από τον ατμοσφαιρικό αέρα η μάζα του περιεχομένου αυτού του κουτιού αυξήθηκε κατά 40g.
 - Πόσο % υγρασία απορρόφησε το NaOH;
 - Πόσα g από το ένυδρο αυτό NaOH πρέπει να διαλύσουμε σε νερό, για να παρασκευάσουμε με 2L διαλύματος συγκέντρωσης 0,5M; Σχετικές ατομικές μάζες: Na:23, H:1, O:16.
- Σε 2Kg νερού διαβίβασαμε αέρια αμμωνία (NH_3) και προέκυψε ένα διάλυμα μάζας 2.068g και όγκου 2L.
 - Ποια είναι η μάζα και ποιος ο όγκος σε STP της NH_3 που διαλύθηκε στο νερό;
 - Ποια είναι η μοριακή συγκέντρωση του διαλύματος που προέκυψε; Σχετικές ατομικές μάζες: N:14, H:1.
- Διαθέτουμε ένα διάλυμα Δ_1 HNO_3 όγκου 500mL και συγκέντρωσης 0,8M.
 - Υπολογίστε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο διάλυμα Δ_1 .
 - Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος ενός διαλύματος Δ_2 0,2M που μπορούμε να παρασκευάσουμε με αραιώση του διαλύματος Δ_1 ;
- Η ετικέτα μιας φιάλης ενός σχολικού εργαστηρίου έγραφε: “διάλυμα H_2SO_4 0,5M – Νοέμβριος 1981”. Σκεφτήκαμε ότι η

ένδειξη της ετικέτας δεν ήταν ίσως αξιόπιστη, διότι ήταν πολύ πιθανό από την ημέρα της παρασκευής να είχε εξατμισθεί κάποια ποσότητα διαλύτη. Πράγματι, βρήκαμε ότι το διάλυμα αυτό είχε συγκέντρωση 0,8M και όγκο 500mL.

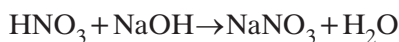
Με την προϋπόθεση ότι το διάλυμα αυτό δεν είχε ποτέ χρησιμοποιηθεί:

- α) υπολογίστε τον όγκο που είχε, όταν παρασκευάστηκε,
 - β) περιγράψτε με ποιο τρόπο μπορούμε, χρησιμοποιώντας αυτό το διάλυμα, να παρασκευάσουμε 800mL ενός άλλου διαλύματος 0,25M.
8. Δύο διαλύματα HCl Δ_1 και Δ_2 όγκων $V_1 = 200\text{mL}$ και $V_2 = 300\text{mL}$ έχουν συγκεντρώσεις $c_1 = 0,6\text{M}$ και $c_2 = 0,2\text{M}$ αντίστοιχα. Υπολογίστε:
- α) τον αριθμό mol του HCl που περιέχονται στο καθένα από τα δύο διαλύματα,
 - β) τη συγκέντρωση του διαλύματος που θα προκύψει, αν αναμείξουμε τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 .

9. Σε ένα ποτήρι περιέχονται 250mL διαλύματος HNO_3 0,2M. Υπολογίστε:

α) τον αριθμό mol της διαλυμένης ουσίας του διαλύματος

β) τη μάζα του NaOH που απαιτείται για την εξουδετέρωση του νιτρικού οξέος με βάση τη χημική εξίσωση:



γ) τη μάζα του άλατος που θα παραχθεί.

Σχετικές ατομικές μάζες:

Na: 23, H:1, O: 16, N: 14

10. Το βιοαέριο είναι ένα καύσιμο αέριο μείγμα που αποτελείται από 60% v/v CH_4 και 40 % v/v CO_2 .

α) Υπολογίστε τον όγκο και τον αριθμό των mol του CH_4 που περιέχονται σε βιοαέριο όγκου 560L σε STP.

β) Βρείτε τον όγκο σε STP του O_2 που απαιτείται για την πλήρη καύση της παραπάνω ποσότητας βιοαερίου.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Διάλυμα ονομάζεται κάθε ομογενές μείγμα που αποτελείται από δύο ή περισσότερες χημικές ουσίες. Τα διαλύματα έχουν σε κάθε περιοχή της μάζας τους την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες.

Υπάρχουν διαλύματα και στις τρεις φυσικές καταστάσεις (στερεά, υγρά και αέρια).

Ως διαλύτης χαρακτηρίζεται κατά κανόνα, εκείνο το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται στη μεγαλύτερη αναλογία. Ειδικά στα υγρά διαλύματα που περιέχουν νερό, ως διαλύτης χαρακτηρίζεται το νερό.

Τα διαλύματα διακρίνονται σε μοριακά και σε ιοντικά, ανάλογα με τη μορφή (μόρια ή ιόντα), με την οποία βρίσκεται σ' αυτά η διαλυμένη ουσία.

Οι τιμές των ιδιοτήτων ενός διαλύματος εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό, από τη συγκέντρωση αυτού, δηλαδή από την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα του διαλύματος.

Χρησιμοποιούνται διάφορες εκφράσεις περιεκτικότητας, ανάλογα με την ποσότητα του διαλύματος στην οποία αναφέρονται και τον τρόπο έκφρασης της ποσότητας της διαλυμένης ουσίας.

Η μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση (molarity) εκφράζει τον αριθμό mol της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1L διαλύματος.

Η περιεκτικότητα % w/w εκφράζει τη μάζα σε g της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100g διαλύματος.

Η περιεκτικότητα % w/v εκφράζει τη μάζα σε g της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100ml διαλύματος.

Η περιεκτικότητα % v/v εκφράζει τους όγκους της υγρής διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 100 όγκους διαλύματος, αλλά και τους όγκους ενός αερίου που περιέχονται σε 100 όγκους ενός διαλύματος αερίων.