



Υδατική Χημεία

Ομ. Καθηγητής Πέτρος Κουτσούκος
Τμήμα Χημικών Μηχανικών
2^{ος} Όροφος
Τηλ. 2610997265

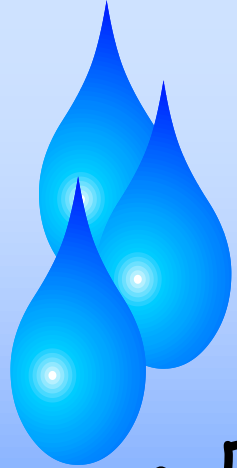
E-mail: pgk@chemeng.upatras.gr

<https://eclass.upatras.gr/courses/CMNG2125/>



Υδατική Χημεία

- 1^ο Μέρος: Εισαγωγή. Η σύσταση των φυσικών υδατικών συστημάτων. Περί διαλυμάτων. Τα υδατικά διαλύματα. Η έννοια της ισορροπίας. Χημικές ισορροπίες. Παραδείγματα ισορροπιών σημαντικών για τα υδατικά συστήματα. Υπολογισμοί. Οξέα και Βάσεις. Το σύστημα των ανθρακικών.
- Θερμοδυναμική-ιδανικά και πραγματικά διαλύματα (ηλεκτρολυτικά)
- Υπολογισμοί σε υδατικά συστήματα. Κριτήρια για διεργασίες όπως η καταβύθιση και η διάλυση. Μοντέλα ισορροπίας σε υδατικά συστήματα



2^ο Μέρος Καθ. Κ. Ν. Λαμπράκης Τμήμα Γεωλογίας

- Εφαρμογές και έννοιες σε σχέση με την υδρογεωλογία
- 4 3ωρες διαλέξεις



3^ο Μέρος, Καθ. Κ. Μανариώτης -Επικ.
Καθηγήτρια Χ.Καραπαναγιώτη, Τμήμα
Χημείας

- Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού
- Μέθοδοι ανάλυσης-μέτρησης ποιοτικών χαρακτηριστικών
- Εργαστήριο

Βιβλιογραφία

- *Water Chemistry*, V.L. Snoeyink, D. Jenkins, John Wiley and Sons» New York, 1980.
- *Aquatic Chemistry*, 3rd Edition, W. Stumm, J. J. Morgan» John Wiley and Sons, New York, 1996.
- *Surface Chemistry*» W. Stumm (Ed)» John Wiley and Sons, New York» 1987.
- *Carbonate Chemistry of Aquatic Systems: Theory and Application*» R.E. Loewenthal» G.v.R. Marais» Ann Arbor Science Publ.» Ann Arbor» MI» 1976.
- *Carbon Dioxide Equilibria and Their Applications*, J.N. Butler» Addison-Wesley Pub. Co.» Reading, MA, 1982.
- *Chemical Equilibria and Kinetics in Soils*, G. Sposito, Oxford University Press, New York» 1994.
- *Chemistry for Environmental Engineering, 4th Ed*, C.N. Sawyer» P.L. McCarty, O.F. Parkin, McGraw-Hill Book Co.» New York» 1994.



Βιβλιογραφία . 2

- *Chemical Equilibria of Soils*, G. Sposito» Oxford University Press» New York» 1989.
- *Chemistry of the Solid-Liquid Interface*, W. Stumm, John Wiley & Sons, New York, 1992.
- *Environmental Organic Chemistry*, R.P. Schwartzenbach, P.M. Geschwend, D.M. Imboden, John Wiley & Sons, New York» 1993.
- *Principles of Aquatic Chemistry* F.M.M. Morel, John Wiley & Sons, New York» 1983.
- *Principles and Applications of Aquatic Chemistry*, F.M.M. Morel and J.G. Hering» John Wiley & Sons, New York» 1993.
- *Chemistry for Water and Wastewater Treatment*, L.D. Benefield, J.F. Judkins, B.L. Weand, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ» 1982.
- *Surface Complexation Modeling: Hydrous Ferric Oxide*, D. A. Dzombek, F.M.M. Morel, John Wiley & Sons, New York, 1990.
- Standard methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF
- Νικ.Νικολαΐδη:Υδατική Χημεία-Θεωρία Μοντέλα και περιβαλλοντικές Εφαρμογές, Εκδ. ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 2005

Το νερό

<<Ἡ δὲ γῆ ἦν ἀόρατος καὶ ἀκατασκεύαστος, καὶ σκότος ἐπάνω τῆς ἀβύσσου, καὶ πνεῦμα Θεοῦ ἐπεφέρετο ἐπάνω τῶν ὑδάτων>>

(Γεν. Α στ.2)

Νερό, H_2O : η πηγή της ζωής

Ωκεανοί και θάλασσες	97.13%
Πολικοί πάγοι και παγετώνες	2.24%
Υπόγεια νερά	0.61%
Ποταμοί, λίμνες, χείμαρροι	0.02%

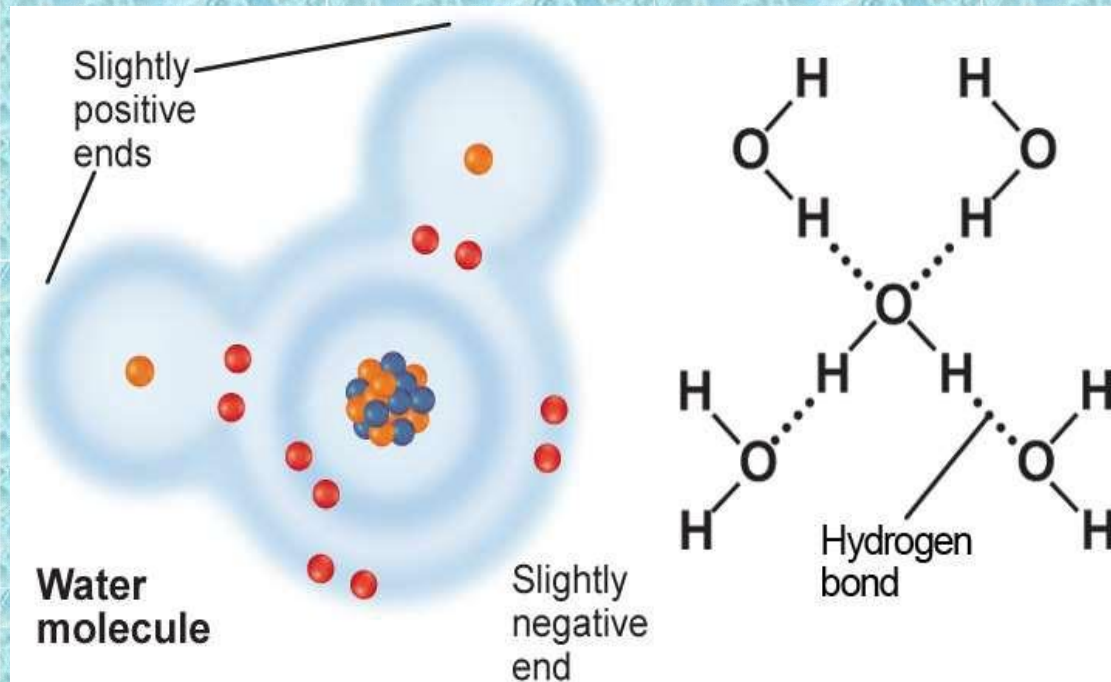
Ιδιότητες του νερού

Μαθησιακοί στόχοι

- Απόκτηση ικανότητας περιγραφής της δομής του νερού
- Να είσθε σε θέση να ταυτοποιήσετε τις ιδιότητες του νερού
- Να είσθε σε θέση να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο οι ιδιότητες αυτές του νερού είναι καθοριστικές για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας.

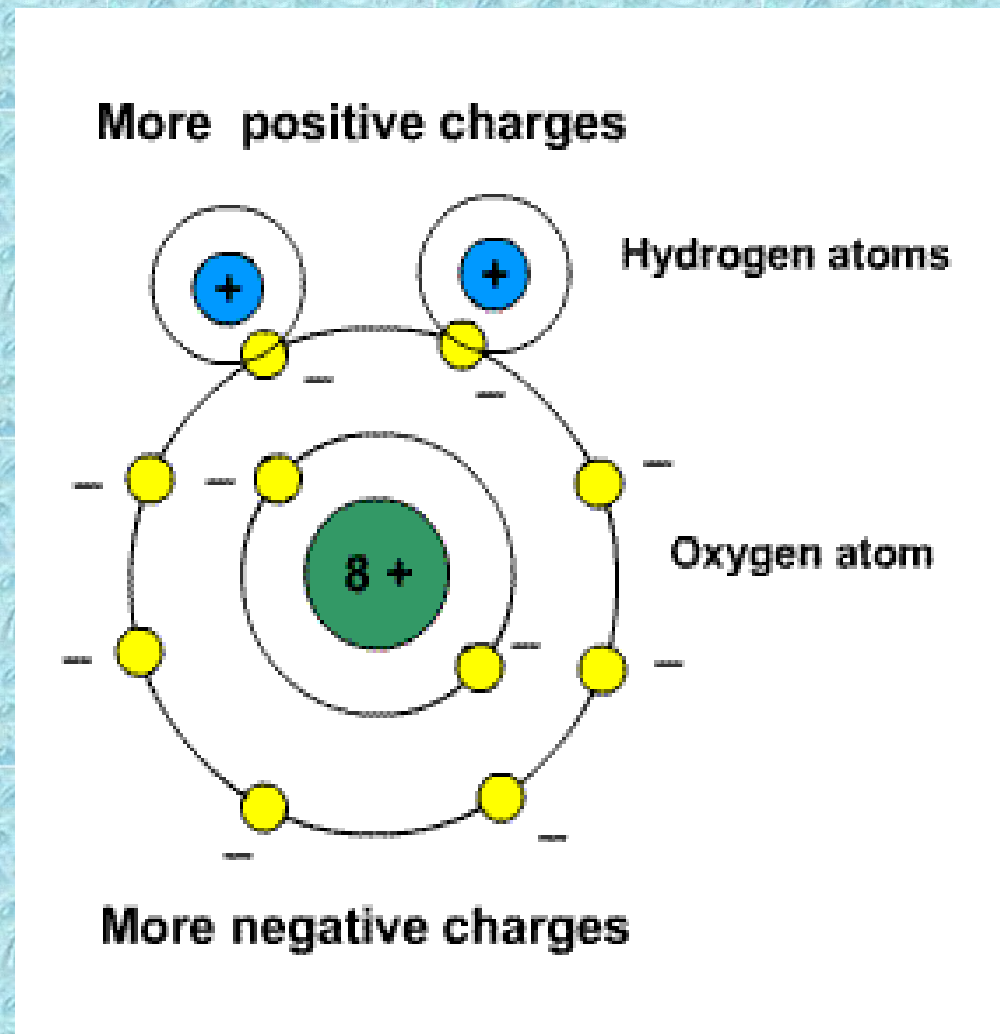
Δομή του νερού

- Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου
- Τα άτομα του υδρογόνου έχουν ελαφρώς θετικό φορτίο και το άτομο του οξυγόνου ελαφρώς αρνητικό φορτίο



Πολικότητα

- Πολικό μόριο= Μόριο του οποίου το ένα άκρο είναι περισσότερο αρνητικό από το άλλο
- Το άτομο του οξυγόνου είναι περισσότερο αρνητικό

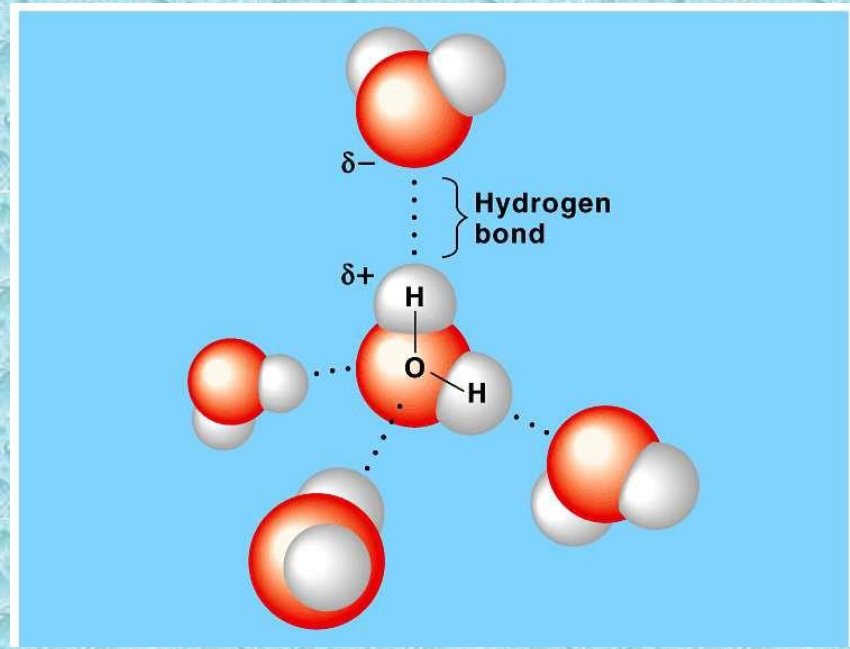


Ιδιότητες του νερού

- Πολικό μόριο
- Συγκόλληση (Cohesion) και Επικόλληση (Adhesion)
- Μεγάλη ειδική θερμότητα
- Πυκνότητα – μέγιστη στους 4°C
- Παγκόσμιος διαλύτης
- Ουδέτερο pH

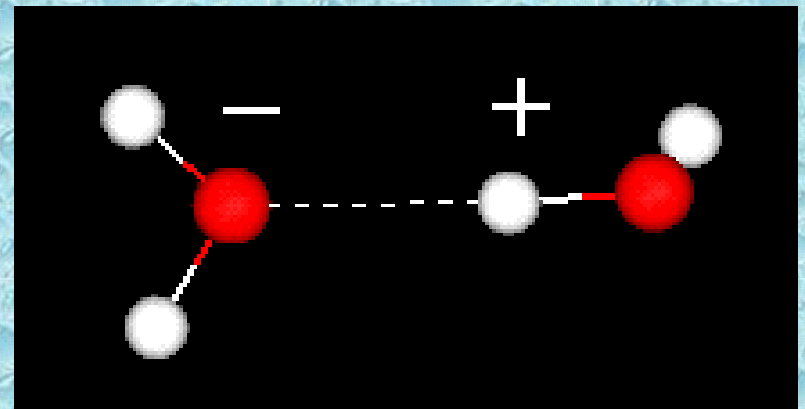


- **Λόγω των ελκτικών δυνάμεων οι οποίες υφίστανται μεταξύ των πολικών μορίων του ύδατος, το νερό παρουσιάζει ασυνήθεις ιδιότητες.**
- **Οι ελαφρώς αρνητικά φορτισμένες περιοχές ενός μορίου, έλκονται από τις ελαφρώς θετικά φορτισμένες περιοχές γειτονικών μορίων, με το σχηματισμό δεσμών υδρογόνου.**
- **Κάθε μόριο νερού έχει τη δυνατότητα σχηματισμού δεσμών υδρογόνου με μέχρι τέσσερα γειτονικά μόρια**



ΟΙ ΔΕΣΜΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

- Συγκρατούν μεταξύ τους τα μόρια
- Οι δεσμοί υδρογόνου είναι ασθενείς, περίπου το $1/20^{\circ}$ της ισχύος των ομοιοπολικών δεσμών.
- Σχηματίζονται, διασπώνται και αναμορφώνονται με πολύ μεγάλη συχνότητα
- Λόγω των δεσμών υδρογόνου, εμφανίζονται ασυνήθιστες ιδιότητες.
 - Συνοχή
 - Ανθίσταται στις μεταβολές της θερμοκρασίας
 - Υψηλή θερμοότητα εξάτμισης
 - Διαστέλλεται κατά την πήξη
 - Ευέλικτος διαλύτης



Οι Οργανισμοί Εξαρτώνται από τη Συνοχή

Οι δεσμοί υδρογόνου συγκρατούν μεταξύ τους τις ουσίες , φαινόμενο γνωστό ως συνοχή (συγκόλληση- cohesion)

- Λόγω της συνοχής, μεταφέρεται το νερό στα φυτά

Γιατί είναι σημαντική;;

- Η συνοχή μεταξύ των μορίων του νερού είναι κομβικής σημασίας για τη μεταφορά του στα φυτά αντίθετα προς τη βαρύτητα
- Η επικόλληση (Adhesion), μιας ουσίας σε άλλη συνεισφέρει επίσης λόγω της επικόλλησης του νερού στα τοιχώματα των αγγείων.



- **Επιφανειακή τάση**, Μέτρο της δύναμης, η οποία απαιτείται για την επέκταση ή τη θραύση της επιφάνειας ενός υγρού, σχετίζεται με τη συνοχή (cohesion).
- Το νερό έχει την υψηλότερη επιφανειακή τάση από τα περισσότερα υγρά λόγω της αντιστάσεως την οποία εμφανίζει στην επέκταση της επιφανείας του, η οποία οφείλεται στην παρουσία των δεσμών υδρογόνου.
- Μερικά ζώα έχουν τη δυνατότητα να στέκονται, να περπατούν ή και να τρέχουν πάνω στο νερό χωρίς να διακόπτουν τη συνέχεια της επιφανείας του



Η πυκνότητα του νερού

- Μέγιστη στους 4°C
- Συστέλλεται έως τους 4°C
- Διαστέλλεται από 4°C ως 0°C



Γιατί είναι σημαντικό αυτό;

1. Εμποδίζει το ολοκληρωτικό πάγωμα των λιμνών οπότε επιβιώνουν οι υδρόβιοι οργανισμοί
2. Ο πάγος, σχηματίζεται πρώτα στην επιφάνεια—κατά την πήξη του νερού εκλύεται θερμότητα προς το νερό το οποίο βρίσκεται από κάτω, δημιουργώντας μια μόνωση.
3. Για μερικούς οργανισμούς λειτουργεί ως πεδίο θηράματος

Τα φυσικά υδατικά συστήματα
είναι διαλύματα αλάτων στο νερό

Pinet, Paul R. (1992).
Oceanography: An Introduction to
the Planet Oceanus. St. Paul, MN:
West Publishing Company

Τι περιέχεται στο νερό;

- 7 κύριες χημικές ουσίες αποτελούν το (~99%) των αλάτων στο θαλασσινό νερό:
 - Ιόντα χλωριδίου (Cl^-): 55%
 - Ιόντα νατρίου (Na^+): 31%
 - Θειικά ανιόντα (SO_4^{2-}): 8%
 - Ιόντα μαγνησίου (Mg^{2+}): 4%
 - Ιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}): 1%
 - Ιόντα καλίου (K^+): 1%
 - Όξινα ανθρακικά ιόντα (HCO_3^-): < 1%
- Μπορείτε να επινοήσετε μνημονικό κανόνα για να τα θυμάστε;

Με ποιο τρόπο είναι γνωστή η περιεκτικότητα σε άλατα στο νερό;

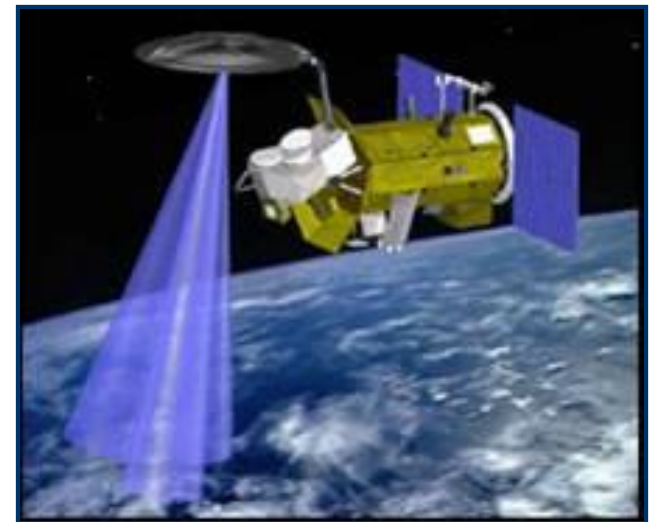
- **Κανόνας Σταθερών αναλογιών**= τα στοιχεία σε μια ένωση υφίστανται σε καθορισμένη **αναλογία**
- Αυτό σημαίνει, ότι παρά το γεγονός ότι η αλατότητα διαφέρει, η αναλογία οποιωνδήποτε από τα 7 κύρια άλατα, ως προς τα άλλα δεν μεταβάλλεται
- Όταν λοιπόν μετρείται το ποσό ενός από τα κύρια άλατα του ωκεανού, είναι δυνατός ο υπολογισμός των ποσοτήτων των υπόλοιπων εξ και επομένως και της αλατότητας του δείγματος

Με ποιο τρόπο είναι γνωστή η περιεκτικότητα σε άλατα στο νερό;

Οι επιστήμονες, διαθέτουν διάφορα μέσα για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των ιόντων

Η νεότερη μέθοδος είναι μέσω δορυφόρου της NASA δια του οποίου μετρείται η αλατότητα από το διάστημα

Photo: NASA

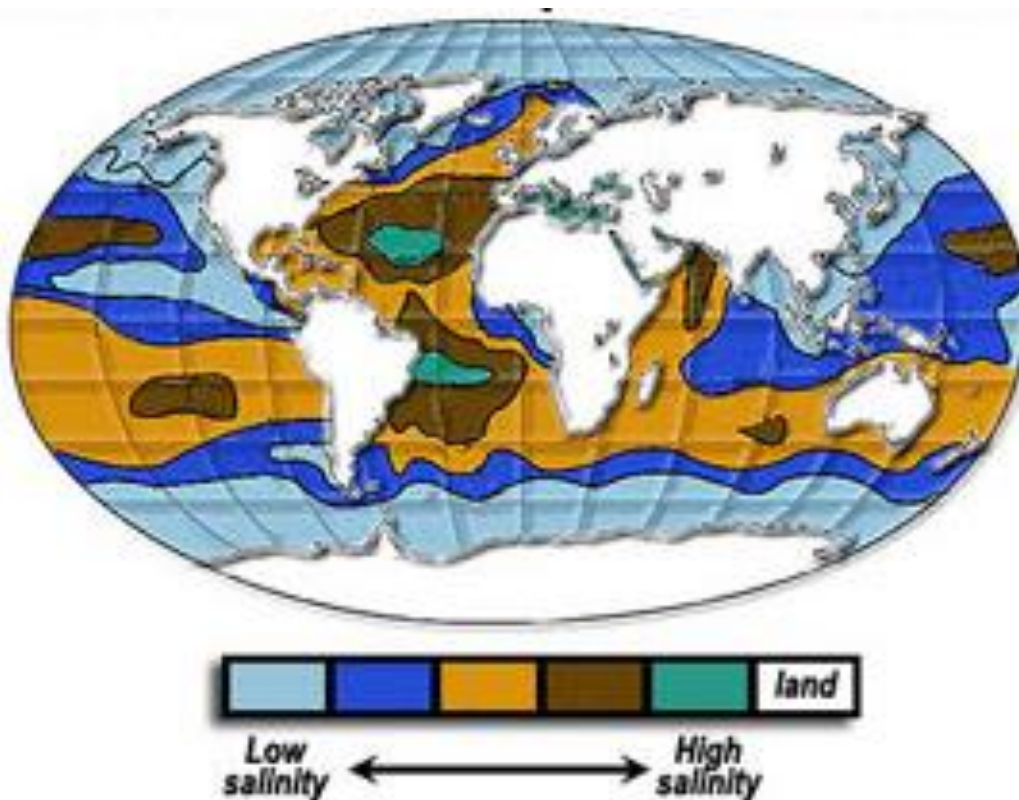


Ο Aquarius: Δορυφόρος της NASA για τη μέτρηση της αλατότητας των ωκεανών

Η αλατότητα επηρεάζεται από:

- Τρεις κυρίως παράγοντες:
 1. Εισαγωγή γλυκού νερού- Υψηλοί ρυθμοί εισόδου γλυκού νερού (εισροή νερού ποταμών στη θάλασσα, λιώσιμο πάγου) μειώνουν την αλατότητα
 2. Εξάτμιση – έντονη εξάτμιση οδηγεί σε αύξηση της αλατότητας
 3. Υγρή καθίζηση – Υψηλά επίπεδα βροχόπτωσης μειώνουν την αλατότητα

Η αλατότητα είναι μεταβλητή στους ωκεανούς

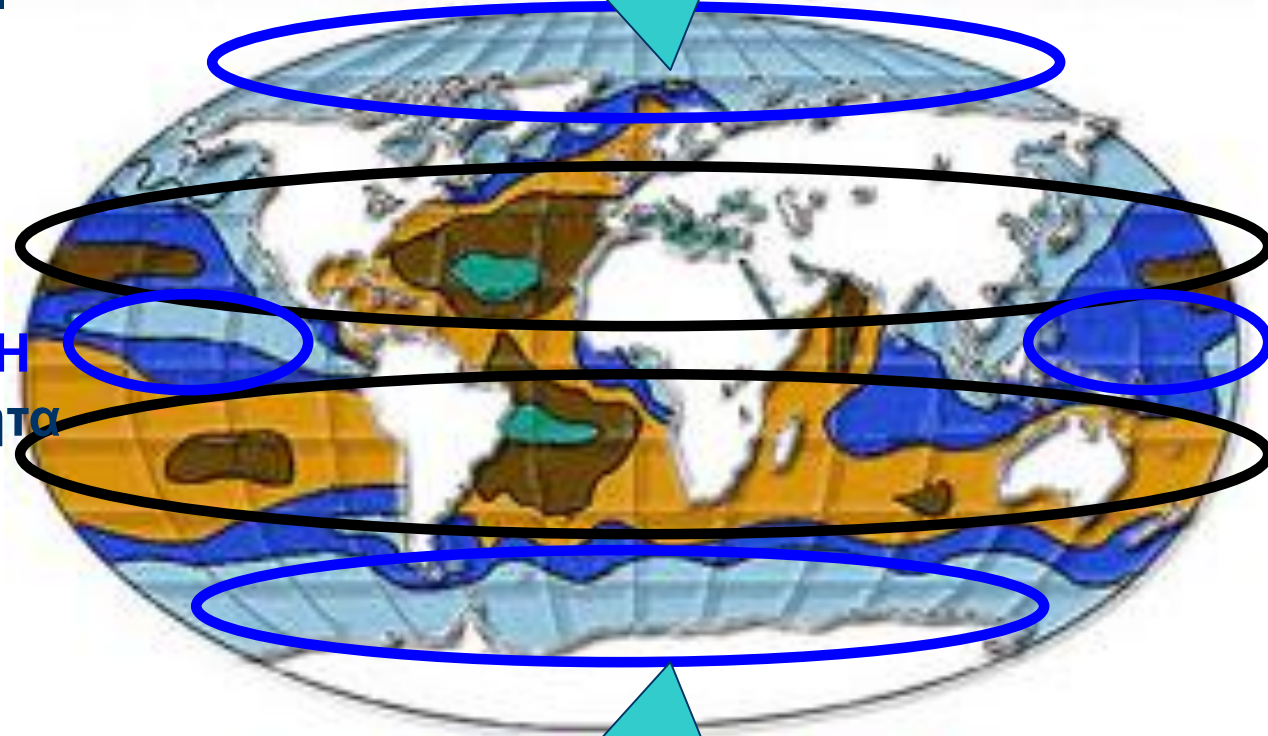


Στα μέσα πλάτη, η αλατότητα είναι μέγιστη, ενώ ελάχιστη είναι στον ισημερινό και στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη

Εκτός σύννεγγυς

Σχετικά
ΧΑΜΗΛΗ
αλατότητα

Σχετικά
ΥΨΗΛΗ
αλατότητα



Γιατί είναι σημαντική η αλατότητα;

- Η αλατότητα είναι ένας από τους παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν την **ΠΥΚΝΌΤΗΤΑ** του νερού των ωκεανών
- Τι συμβαίνει όταν το νερό σε διαφορετικό βάθος έχει διαφορετική αλατότητα;
- Σχηματισμός **στρωμάτων** νερού
- Στην ύπαρξη αυτών των στρωμάτων, οφείλεται εν μέρει η ύπαρξη **ωκεανείων ρευμάτων**



ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΠΑΝΤΗΣΟΥΜΕ ΣΗΜΕΡΑ

Γιατί μας ενδιαφέρει η γνώση για
τα διαλύματα;

Πως σχετίζονται με την
Επιστήμη του Περιβάλλοντος;

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Πρώτα...

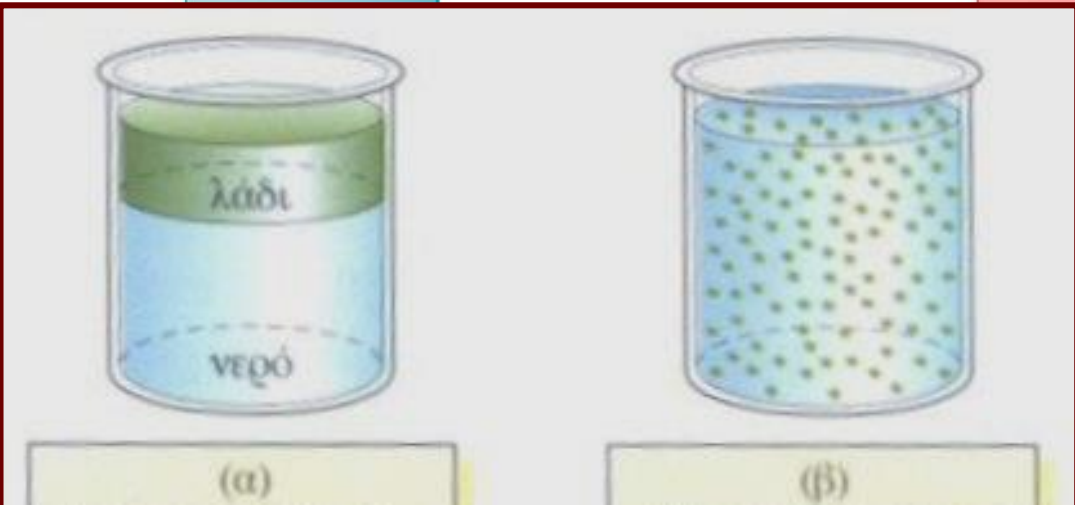
Τι πρέπει να γνωρίζουμε για την ύλη;

Ύλη
(υλικά)

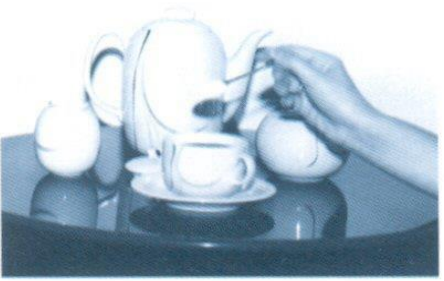
Ουσίες

Φυσικές μέθοδοι

Μίγματα



Ετερογενή
μίγματα



Διάλυση ζάχαρης σε καφέ.

ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



Διάλυμα...

Ένα ομογενές μίγμα δύο ή περισσότερων ουσιών

Ομογενές...

Το μίγμα έχει την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σ' οποιοδήποτε σημείο της μάζας του

Συστατικά ενός διαλύματος ...

Οι καθαρές ουσίες που αναμιγνύονται για να σχηματίσουν το διάλυμα (s, l, g)

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



Συστατικά διαλύματος

Τύποι διαλυμάτων

Φυσική κατάσταση			Παράδειγμα
Συστατικό 1	Συστατικό 2	Διάλυμα	
αέριο	αέριο	αέριο	ατμοσφαιρικός αέρας
υγρό	αέριο	αέριο	υδρατμοί στον αέρα
στερεό	αέριο	αέριο	καπνός
αέριο	υγρό	υγρό	αεριούχα ποτά (π.χ. σόδα)
υγρό	υγρό	υγρό	οινόπνευμα σε νερό
στερεό	υγρό	υγρό	αλάτι σε νερό
αέριο	στερεό	στερεό	υδρογόνο σε Pt
υγρό	στερεό	στερεό	αμαλγάματα
στερεό	στερεό	στερεό	κράματα

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Συστατικά Διαλύματος...

Από το ομογενές μίγμα των δύο ή περισσοτέρων ουσιών, εκείνο που διατηρεί τη φυσική του κατάσταση ίδια με αυτή του διαλύματος....

Διαλύτης, Ενώ... Τα υπόλοιπα συστατικά θα λέγονται **Διαλυμένες ουσίες**



ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



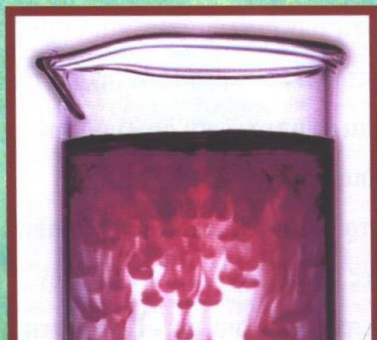
Συστατικά Διαλύματος...

(άλλη περίπτωση)

Αν δύο ή περισσότερα συστατικά του διαλύματος έχουν την φυσική κατάσταση, **ΤΟΤΕ ...**

Διαλύτης θα είναι εκείνο το συστατικό που θα βρίσκεται περίσσεια, ενώ τα άλλα θα είναι οι **διαλελυμένες ουσίες**

Μοριακά διαλύματα C_2H_5OH (ethanol) σε H_2O .



1) Φυσική κατάσταση Διαλύματος Αεριο(g), Υγρό(l), Στερεό(s)

Διάλυμα	Κατάσταση ύλης	Περιγραφή
Αέρας	Αέριο	Ομογενές μίγμα αερίων (O_2 , N_2 και άλλα)
Σόδα αναψυκτικό	Υγρό	Αέριο (CO_2) διαλυμένο σε υγρό (H_2O)
Αιθανόλη σε νερό	Υγρό	Υγρό διάλυμα δύο πλήρως αναμίξιμων υγρών
Άλμη	Υγρό	Στερεό ($NaCl$) διαλυμένο σε υγρό (H_2O)
Κράμα καλίου–νατρίου	Υγρό	Διάλυμα δύο στερεών ($K + Na$)
Κράμα σφραγίσματος δοντιών	Στερεό	Διάλυμα ενός υγρού (Hg) σε στερεό (Ag με άλλα μέταλλα)
Κράμα χρυσού–αργύρου	Στερεό	Διάλυμα δύο στερεών ($Au + Ag$)

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1

Παραδείγματα διαλυμάτων

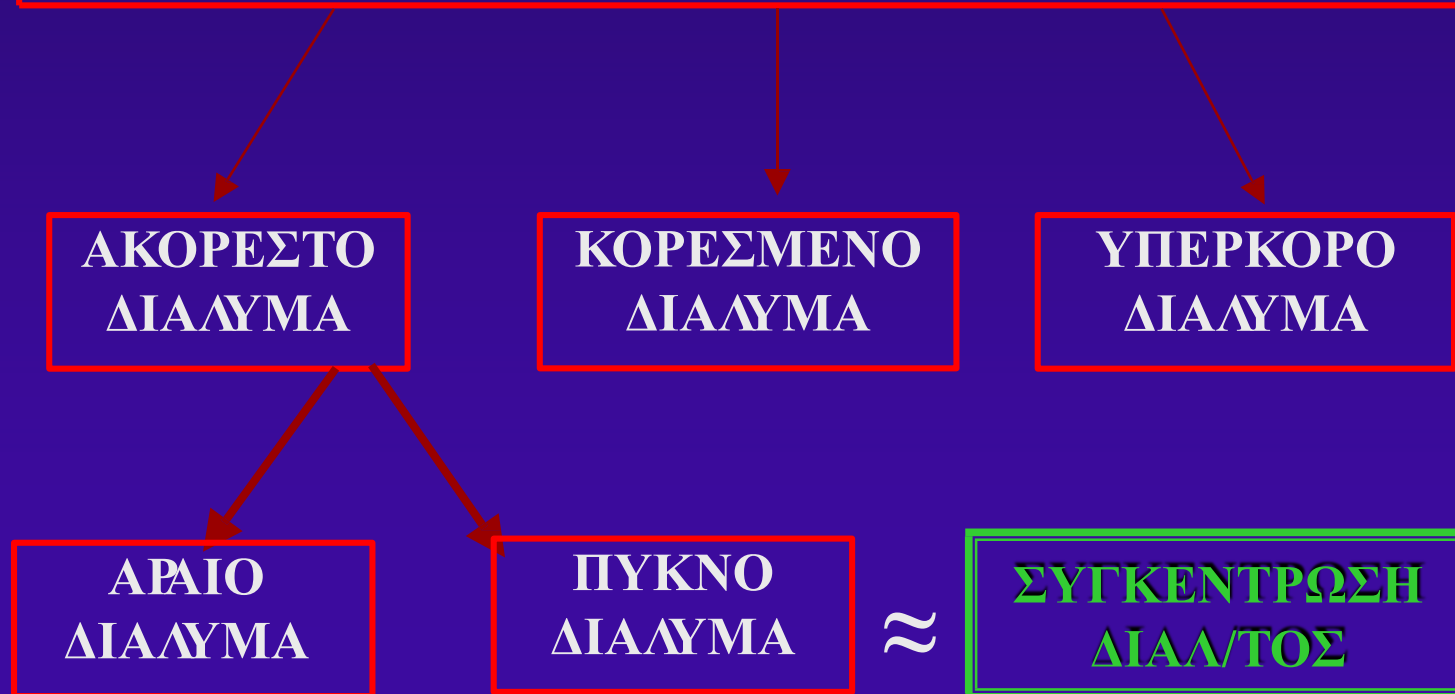
ΕΙΔΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



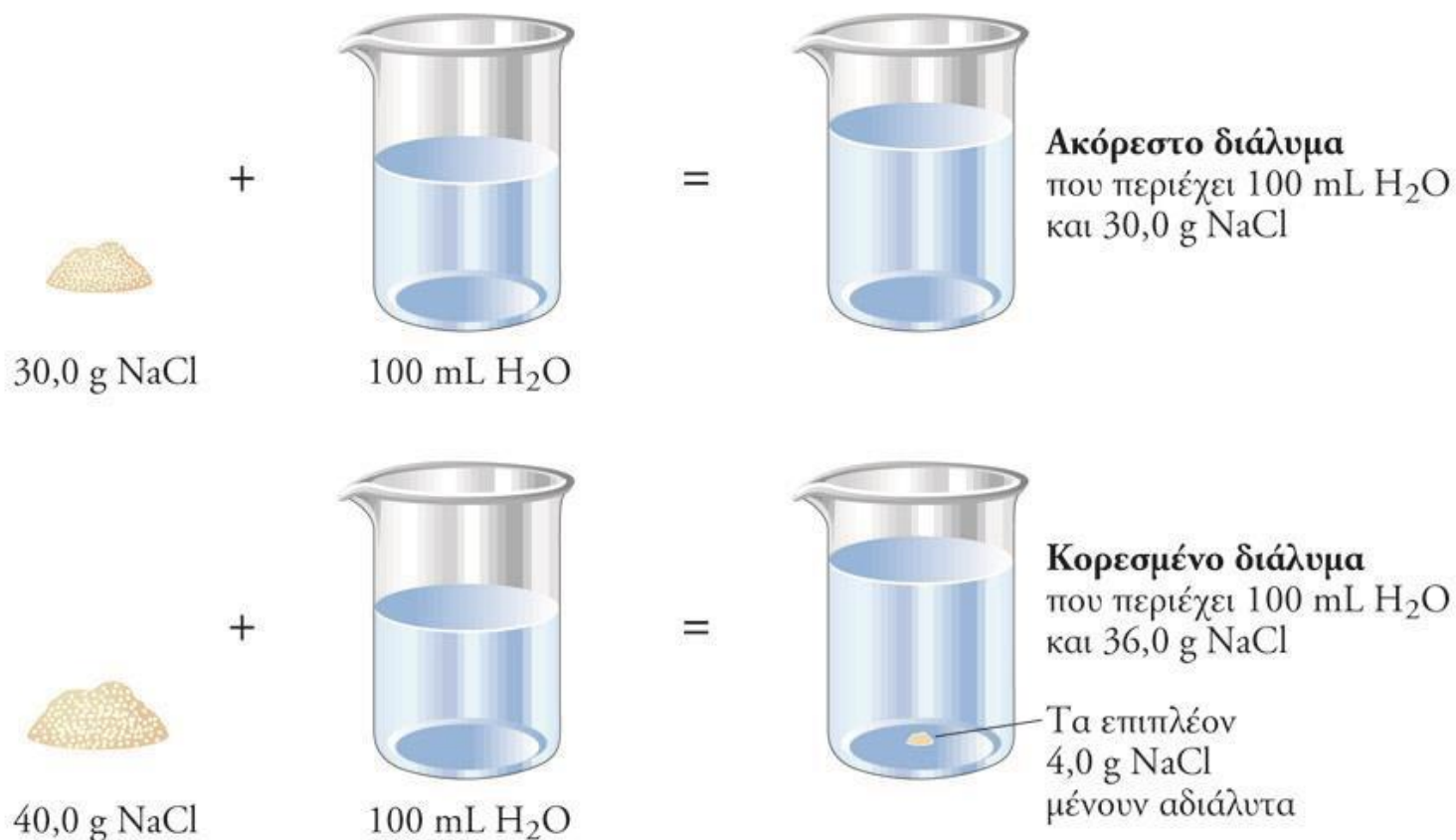
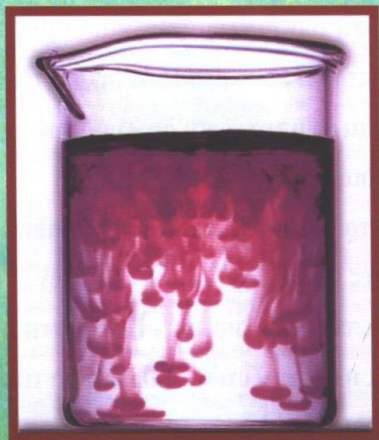
2) Επίπεδο Διαλυτότητας Διαλελυμένης ουσίας του Διαλύματος...

Διαλυτότητα = Η μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα ενός ΔΙΑΛΥΤΗ σε καθορισμένη Τ.



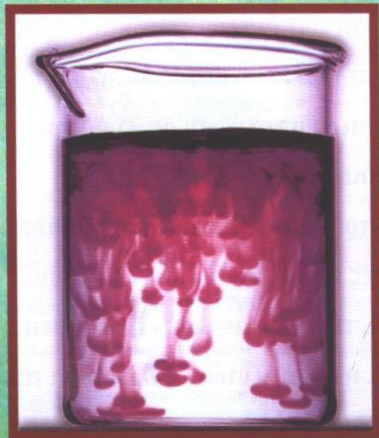
Διαλυτότητα 36g/100ml 20°C

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



ΕΙΔΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



3) Μορφή Διαλελυμένης ουσίας του Διαλύματος...

