

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Πυκνότητα = μάζα / όγκος

καθαρό νερό: μάζα νερού = μάζα μορίων νερού

όχι καθαρό νερό: μάζα νερού = μόρια νερού + άλλες ουσίες

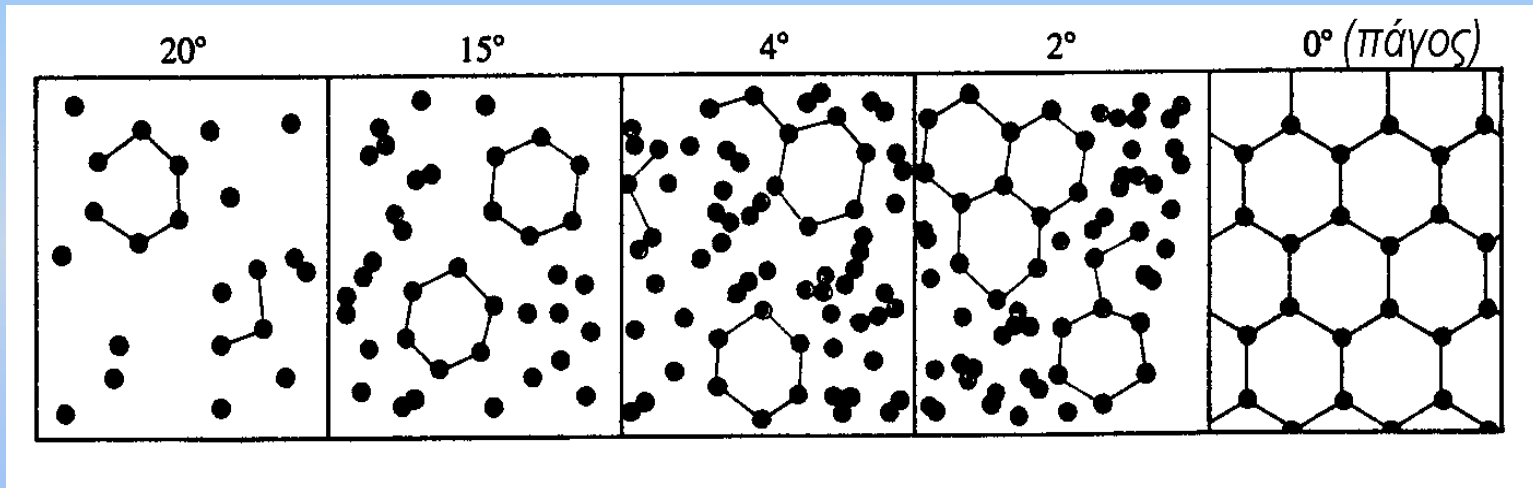
Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

- α) δημιουργία θερμοκλινούς
- β) ρεύματα και άλλες κινήσεις νερού
- γ) επίπλευση και αιώρηση οργανισμών
- δ) βύθιση νεκρής ύλης

Παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα

- 1) Θερμοκρασία
- 2) Αλατότητα
- 3) Πίεση

Το παράδοξο της πυκνότητας του νερού



Στη θάλασσα σε αντίθεση με τις λίμνες, σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός το επιφανειακό νερό δεν παγώνει αλλά αυξάνει την πυκνότητά του και βυθίζεται

ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Η συνολική ποσότητα διαλυμένων ανόργανων ουσιών σε 1 Kg νερού

Π.χ. **35.2 ‰** ή **35.2 PSU** ή **35.2**

Χημική σύσταση θαλασσινού νερού

ΙΟΝ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ‰	ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ
Χλωρίου (Cl ⁻)	19,345	55,03
Νατρίου (Na ⁺)	10,752	30,59
Θειϊκό (SO ₄ ⁻²)	2,701	7,68
Μαγνησίου (Mg ⁺²)	1,295	3,68
Ασβεστίου (Ca ⁺²)	0,416	1,18
Καλίου (K ⁺)	0,390	1,11
Όξινο ανθρακικό (HCO ₃ ⁻)	0,145	0,41
Βρωμίου (Br ⁻)	0,066	0,19
Δισόξινο βορικό (H ₂ BO ₃ ⁻)	0,027	0,08
Στροντίου (Sr ⁺²)	0,013	0,04
Φθορίου (F ⁻)	0,001	0,003
Όλα τα άλλα	<0,001	<0,001

Θαλασσινό νερό :

Αλατότητα → **30 - 40 ‰**

Γλυκό νερό :

Αλατότητα → **0 - 0,5 ‰**

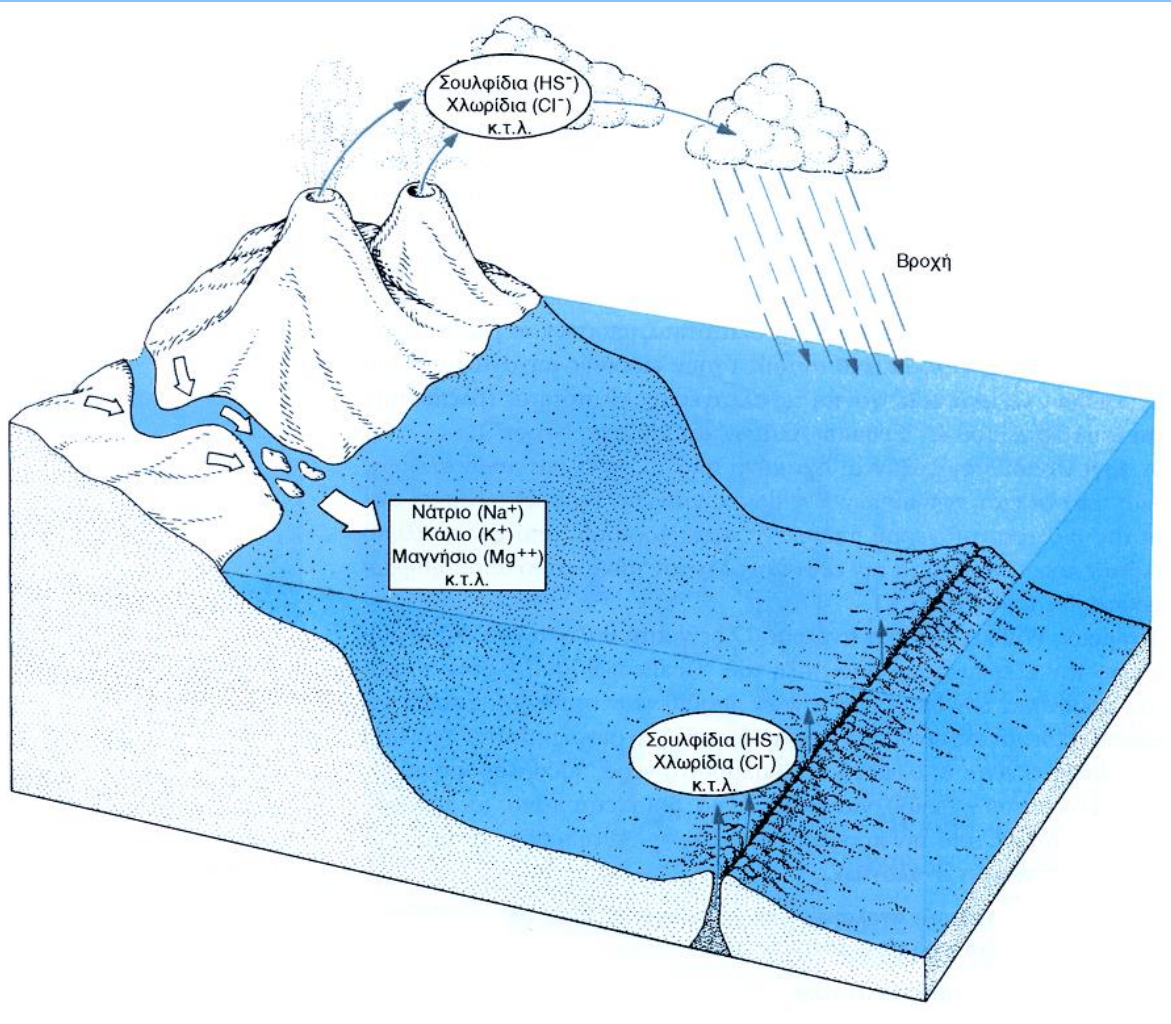
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ :

είναι στοιχεία που υπάρχουν σε πολύ μικρές ποσότητες μέσα στο νερό (ίχνη) αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στα υδάτινα οικοσυστήματα

Π.χ. : άζωτο (**N**) – φώσφορος (**P**) πρωτογενής παραγωγικότητα
ασβέστιο (**Ca**) κατασκευή ασβεστολιθικών σκελετών
πυρίτιο (**Si**) δομικό στοιχείο σκελετού διατόμων
Μαγγάνιο (**Mn**) σημαντικό στοιχείο της χλωροφύλλης
Fe, Cu, Va απαραίτητα στοιχεία των αναπνευστικών χρωστικών
Κοβάλτιο (**Co**) συστατικό των βιταμινών B₁₂

Παράγοντες που μεταβάλλουν την αλατότητα

- α) παροχή γλυκού νερού (π.χ. ποταμοί)
- β) καιρικά φαινόμενα (βροχοπτώσεις, χιονόπτωση, κ.λ.π.)
- γ) τήξη πάγων
- δ) εξάτμιση νερού



Ο ρόλος της αλατότητας

- α) ρύθμιση ώσμωσης
- β) κατανομή οργανισμών (στενύαλοι – ευρύαλοι)
- γ) αναπαραγωγή
- δ) ρύθμιση επίπλευσης

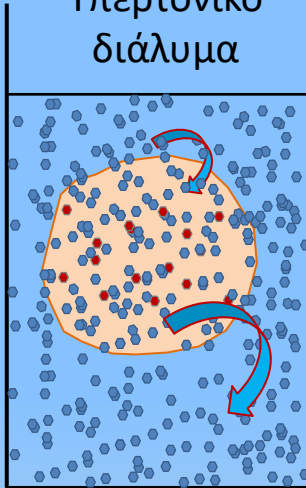


$$\text{ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ} = \frac{\text{ΜΑΖΑ}}{\text{ΟΓΚΟΣ}}$$

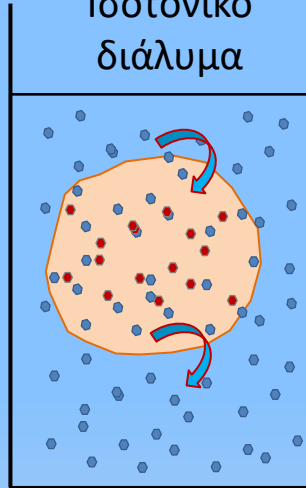
(πυκνότητα)

Ώσμωση

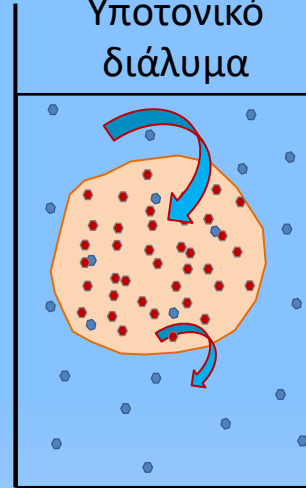
Υπερτονικό
διάλυμα



Ισοτονικό
διάλυμα



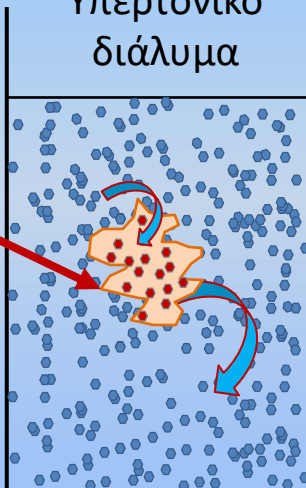
Υποτονικό
διάλυμα



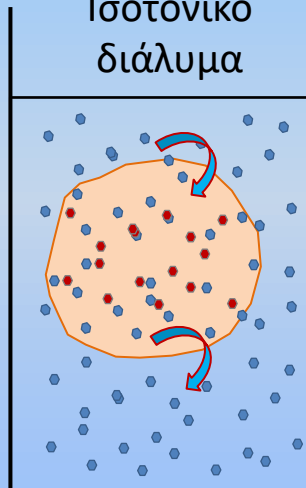
Νερό πηγαίνει
από το αραιότερο
στο πυκνότερο
διάλυμα

Υπερτονικό
διάλυμα

Το κύτταρο
συρρικνώνεται

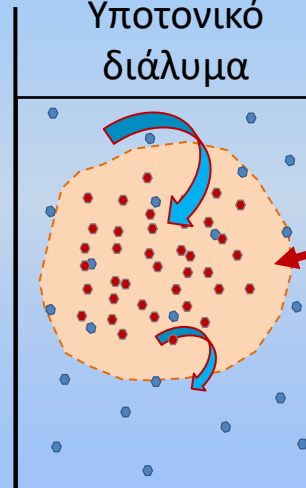


Ισοτονικό
διάλυμα



Υποτονικό
διάλυμα

Το κύτταρο
φουσκώνει
και σπάει



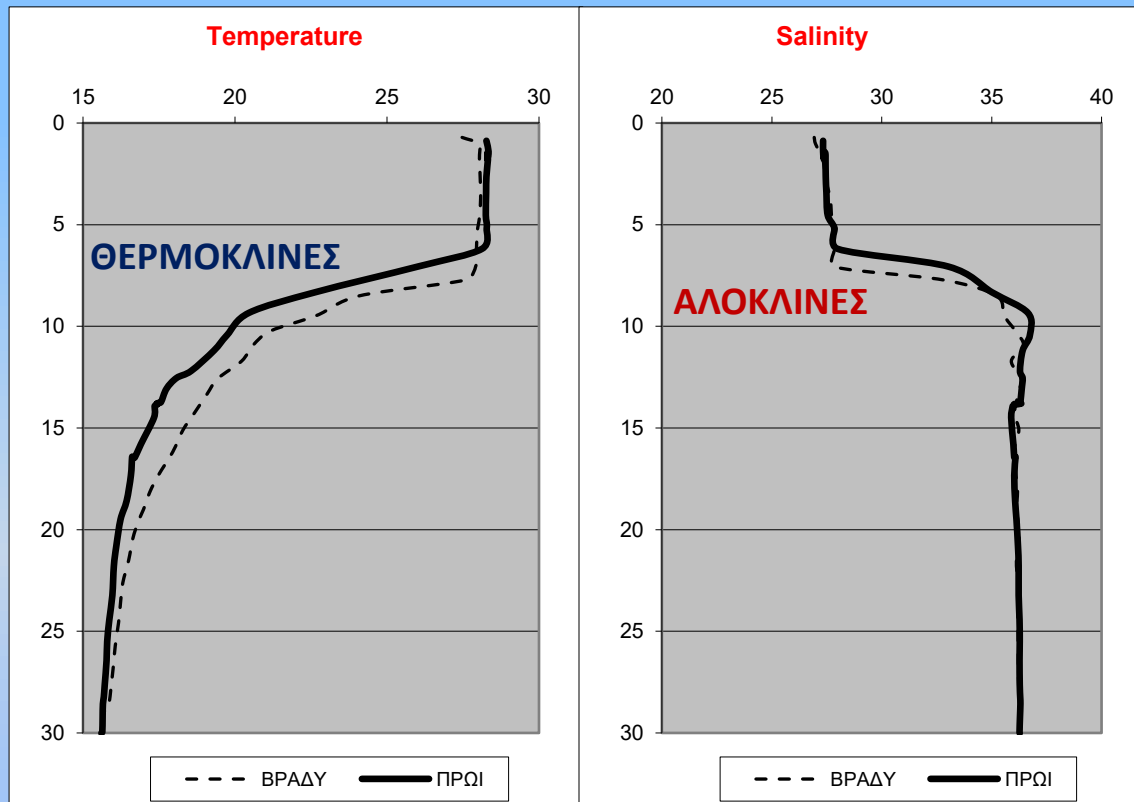
Θαλασσινό νερό

Γλυκό νερό

Κατακόρυφη κατανομή αλατότητας

Δεν υπάρχουν προκαθορισμένα πρότυπα κατανομής αλλά εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος.....

Π.χ. ύπαρξη παροχής γλυκού νερού από ποτάμια **Αλοκλινές**



Κατακόρυφη κατανομή θερμοκρασίας και αλατότητας στον Αμβρακικό Κόλπο

Θρεπτικά στοιχεία (N, P)

Συστατικά των βασικών ενώσεων της ζωής (νουκλεϊκά οξέα, πρωτεΐνες, άλλες οργανικές ενώσεις)

Άζωτο (N)

Μορφές του αζώτου στο νερό:

- N_2
- αμμωνία (NH_3)
- νιτρώδη (NO_2^-) ή νιτρικά ιόντα (NO_3^{-2})
- ουρία ($CO[NH_2]$)
- οργανικές ενώσεις

Προέλευση του αζώτου στο νερό:

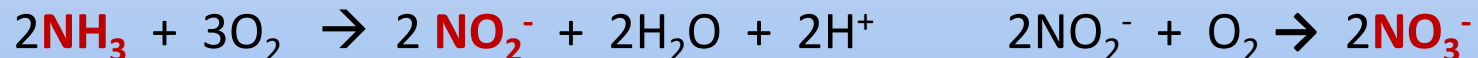
- διάχυση από την ατμόσφαιρα
- εισροή υδάτων πλούσιων σε αζωτούχες ενώσεις (π.χ. λύματα, λάσπη)
- αποσύνθεση των οργανικών ουσιών
- δέσμευση από οργανισμούς (*, **)

(*) κυανοφύκη → ετεροκύστεις

(**) αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (*Azotobacter*)

ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ :

είναι η μετατροπή των οργανικών ενώσεων του αζώτου σε ανόργανα ιόντα (πρώτα σε νιτρώδη και έπειτα σε νιτρικά)



ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ : είναι η αντίθετη διαδικασία → αποικοδόμηση των νιτρικών σε νιτρώδη και έπειτα σε αμμωνία ή μοριακό άζωτο

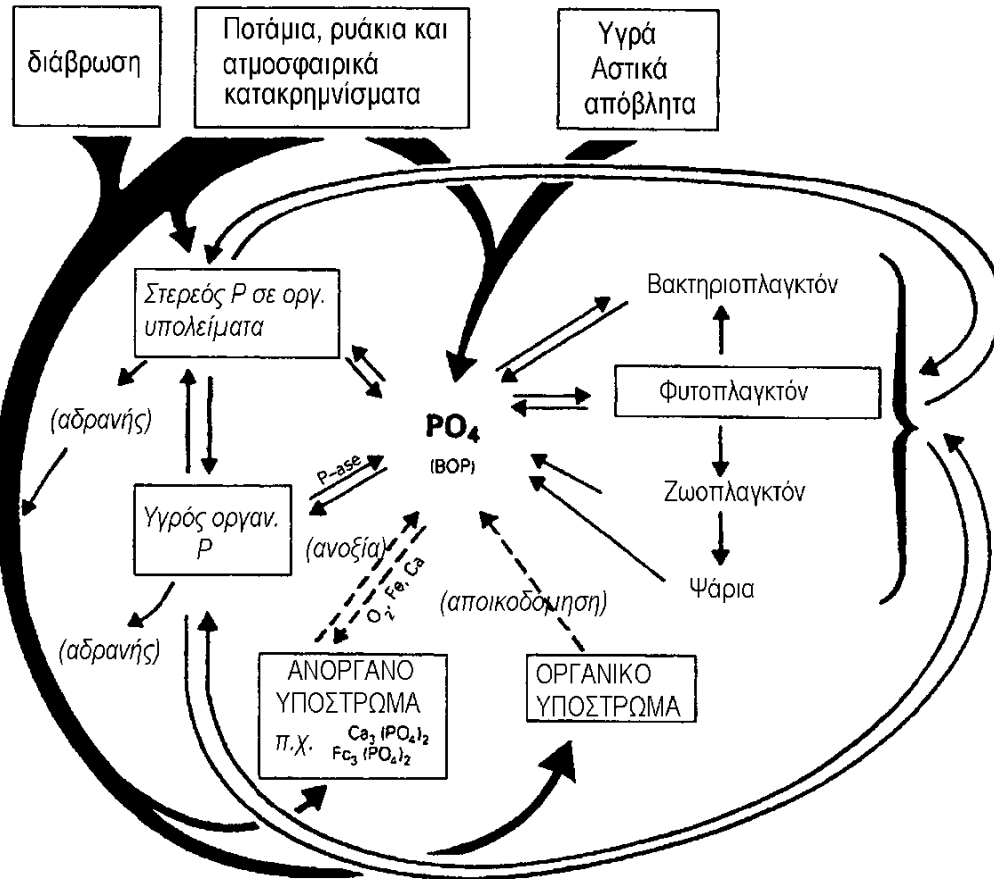
Φώσφορος (P)

Μορφές του φωσφόρου στο νερό:

- ουδέτερα φωσφορικά άλατα (PO_4^{-3})
- όξινα φωσφορικά άλατα ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$ και HPO_4^{-})
- οργανικές ενώσεις

Προέλευση του φωσφόρου στο νερό:

- διάβρωση πετρωμάτων από το νερό
- ατμόσφαιρα (βροχοπτώση)
- εισροή λυμάτων (αστικά, γεωργικά)
- αποσύνθεση της οργανικής ύλης



(*) Τα φωσφορικά ιόντα προσλαμβάνονται από το φυτοπλαγκτό, ενώ τα υδρόβια μακρόφυτα προσλαμβάνουν το φώσφορο κυρίως από το ίζημα

(**) Σχεδόν όλος ο P που υπάρχει στο πελαγικό τμήμα της λίμνης είναι οργανικός φώσφορος, δηλαδή προέρχεται από ζωντανή & νεκρή βιομάζα, ή από εκκρίσεις

(***) Το ζωοπλαγκτό (που καταναλώνει τους φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς) και στη συνέχεια τα ψάρια, προσλαμβάνουν τα φωσφορικά ιόντα και μετά τα αποβάλλουν σε ανόργανη, ή οργανική μορφή

Θείο (S) → σημαντικό στοιχείο στη δομή των πρωτεϊνών

(*) συνήθως δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη των οργανισμών στα υδάτινα οικοσυστήματα λόγω της μεγάλης αφθονίας του

Μορφές του θείου στο νερό:

- θειικά ιόντα (SO_4^{-2})
- υδρόθειο (H_2S)
- οργανική μορφή
- πυριτικές ενώσεις του S
- μοριακό θείο
- θειικά άλατα και σουλφίδια

ΙΖΗΜΑ

Προέλευση του θείου στο νερό:

- διάβρωση πετρωμάτων
- ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις
- ατμοσφαιρική ρύπανση από την καύση υδρογονανθράκων
- αποσύνθεση των οργανικών ουσιών

Πυρίτιο (Si) → το βασικό δομικό συστατικό των διατόμων

(*) αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που καθορίζει τη φυτοπλαγκτονική παραγωγή σε πολλά υδάτινα οικοσυστήματα

Μορφές του πυριτίου στο νερό:

- πυριτικό οξύ (H_2SiO_4)

Προέλευση του πυριτίου στο νερό:

- είσοδος από ρέοντα ύδατα
- από το ίζημα του βυθού

Διακύμανση κατανομής πυριτίου

Τοπική

Εποχιακή

ΟΞΥΓΟΝΟ

- ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ : - ατμόσφαιρα διάχυση
- υδρόβια φυτά φωτοσύνθεση

- Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση O_2 στο νερό

ΑΥΞΗΣΗ	Θερμοκρασίας	ΜΕΙΩΣΗ διαλυτότητας O_2
ΑΥΞΗΣΗ	Αλατότητας	
ΜΕΙΩΣΗ	Ατμοσφ. πίεσης	

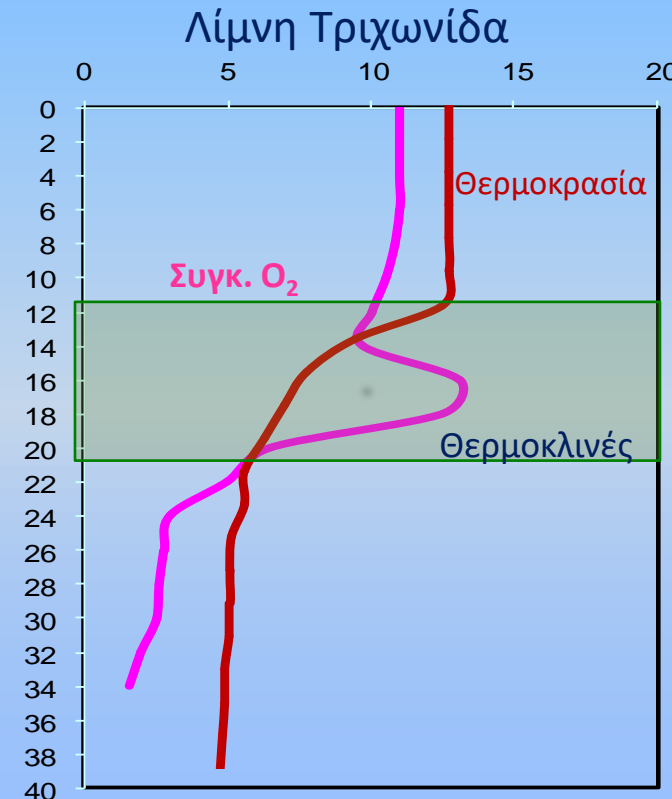
- Κατακόρυφη κατανομή του O_2
Επιφανειακό στρώμα → περισσότερο O_2
Αύξηση του βάθους → μείωση συγκέντρωσης O_2



Θερμοστρωμάτωση

Μαύρη Θάλασσα :

- όχι ανάμιξη επιφανειακών υδάτων
- απότομη μείωση O_2 (ανοξία σε βάθη > 200m)
- αναερόβια δράση → παραγωγή υδροθείου



Η εμφάνιση υποξικών-ανοξικών συνθηκών

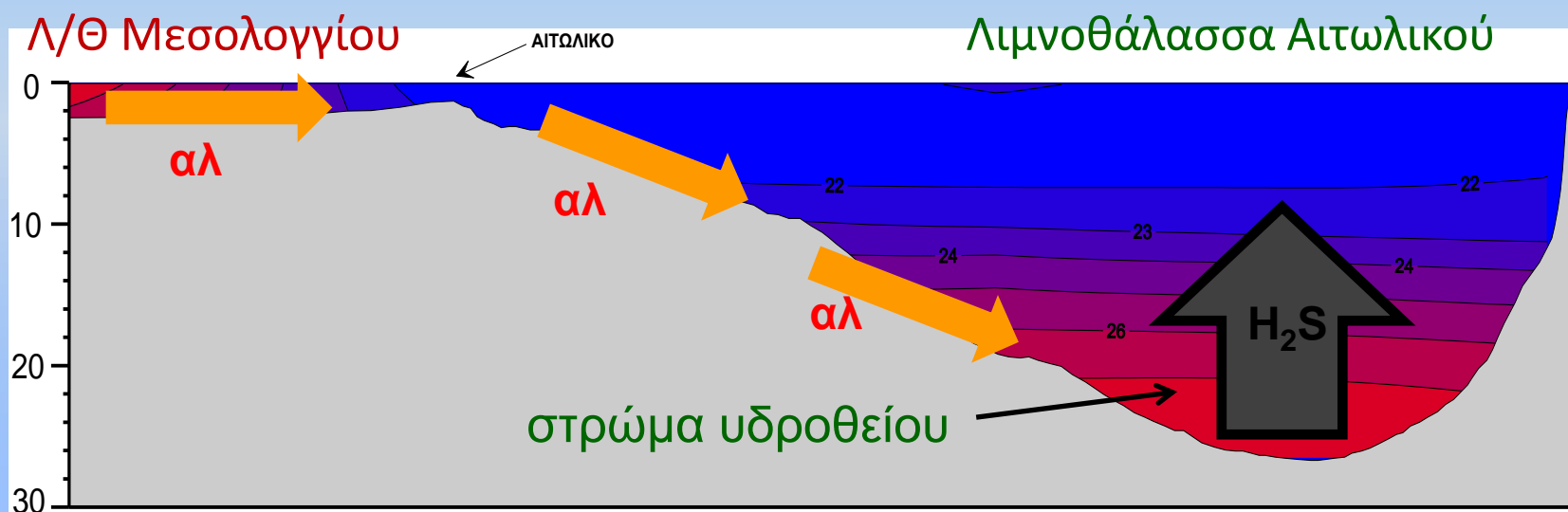
- Υποξία = συγκέντρωση $O_2 < 2 \text{ mg/l}$
- Ανοξία = συγκέντρωση $O_2 < 0.2 \text{ mg/l}$

Η περίπτωση της Λ/Θ του Αιτωλικού



Ανοξικά γεγονότα στη Λ/Θ του Αιτωλικού

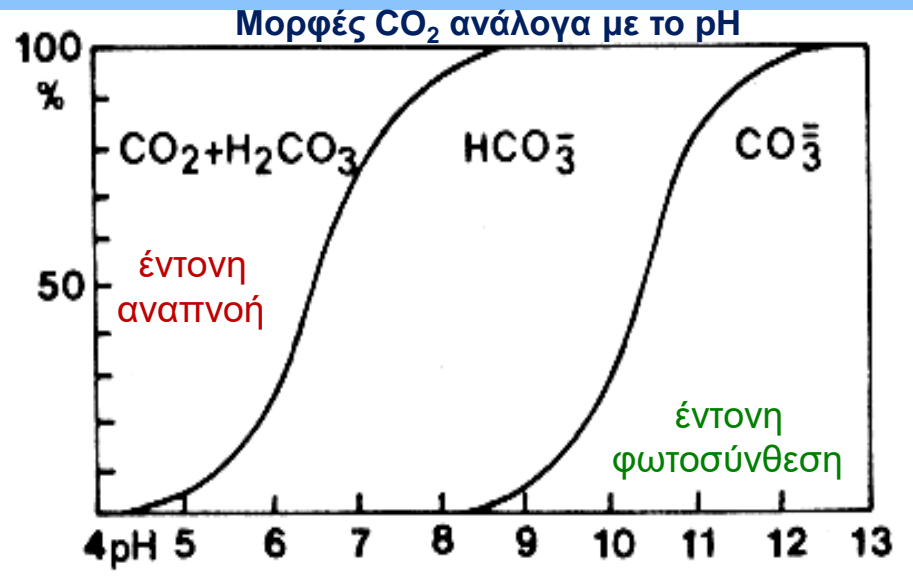
- Μεγάλης διάρκειας ισχυροί νοτιάδες
- Μεταφορά νερού υψηλής αλατότητας (**αλ**) από τη Λ/Θ Μεσολογίου στο Αιτωλικό
- Άνοδος του στρώματος υδροθείου
→ **μαζικοί θάνατοι ψαριών**



ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ: - ατμόσφαιρα → διάχυση
- υδρόβια ζωή → αναπνοή
- χημικές διεργασίες
διάλυσης αλάτων

- Ο ρόλος του CO_2 στο νερό
 - κύριο συστατικό της φωτοσύνθεσης
 - ρυθμιστής του pH ... (ρυθμιστικό διάλυμα)



- το CO_2 βρίσκεται στο νερό με τρεις μορφές:
 CO_2 HCO_3^- CO_3^{2-}
συγκ. CO_2 στην ατμόσφαιρα = 0.3 ml/lit
συγκ. CO_2 στη θάλασσα = 47 ml/lit

ΣΗΜΑΣΙΑ: απαραίτητη η διατήρηση του pH για την προστασία των οργανισμών που διαθέτουν ασβεστολιθικά κελύφη (αν το pH γίνει όξινο διάλυση των ασβεστολιθικών αλάτων στα κελύφη)

- έντονη φωτοσύνθεση → μείωση συγκέντρωσης CO_2 στο νερό → **ΑΛΚΑΛΙΚΟ pH**
- έντονη αναπνοή, αποσύνθεση → αύξηση συγκ. CO_2 στο νερό → **ΟΞΙΝΟ pH**

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

= το βάρος του υπερκείμενου νερού ανά μονάδα επιφάνειας



η υδροστατική πίεση αυξάνει με το βάθος για κάθε 10 m βάθους → η πίεση αυξάνει κατά **1 atm**

• Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ:

- μορφολογία, ανατομία οργανισμών
- κατακόρυφη κατανομή τους
- κατακόρυφη μετανάστευση

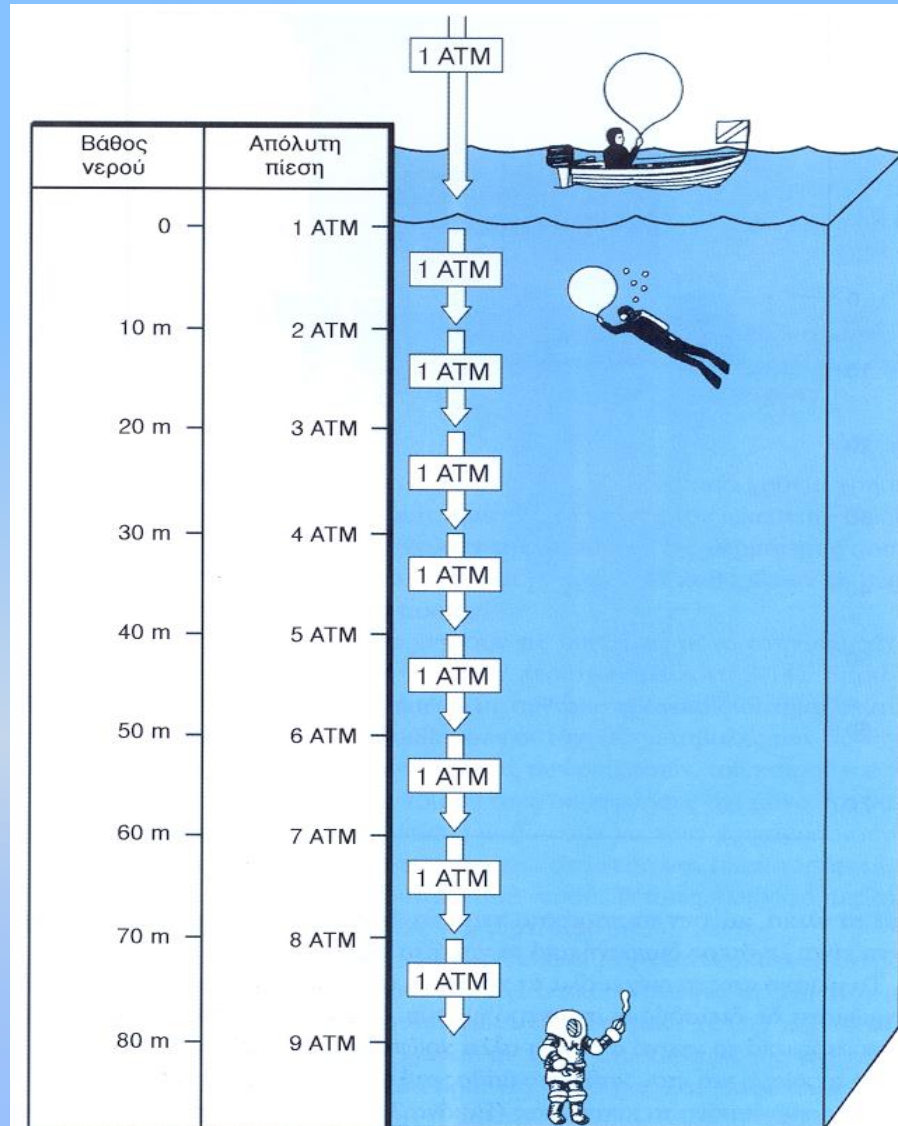
Αέρας = συμπιεστός // Νερό = ασυμπίεστο



Οργανισμοί με αεροφόρες συσκευές που μεταναστεύουν κατακόρυφα θα πρέπει να μεταβάλλουν την ποσότητα του αέρα σε αυτές

ΠΙΕΣΗ = το βάρος του υπερκείμενου ατμοσφαιρικού αέρα ανά μονάδα επιφάνειας (N/m^2)

Μονάδα μέτρησης: **1 atm = $10^5 N/m^2$**



ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΜΑΖΩΝ

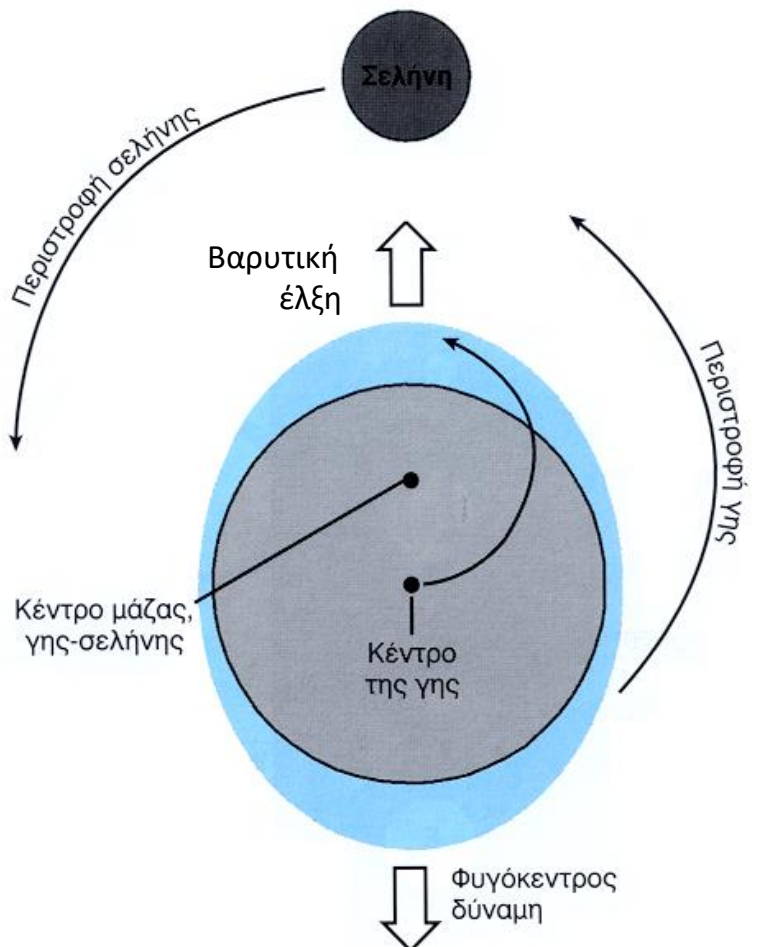
ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

ΚΥΜΑΤΑ

ΡΕΥΜΑΤΑ

1) ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

Παλίρροια = η περιοδική μεταβολή της στάθμης του νερού των θαλασσών



Πλυμμυρίδα ή πλήμμα: άνοδος της στάθμης του νερού

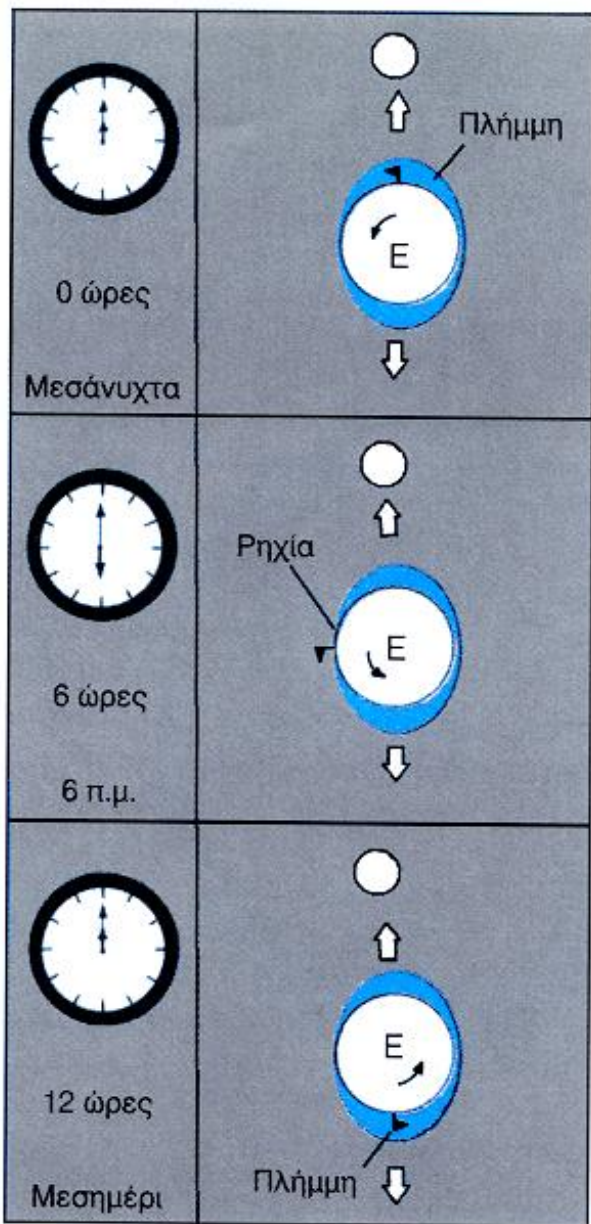
Αμπώτιδα ή ρηχία: μείωση της στάθμης του νερού

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΑΛΙΡΡΟΙΩΝ

α) βαρυτική έλξη σελήνης και ήλιου πάνω στα νερά της θάλασσας

β) περιστροφικές κινήσεις της γης, της σελήνης και του ήλιου

ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ



ΠΕΡΙΟΔΟΣ

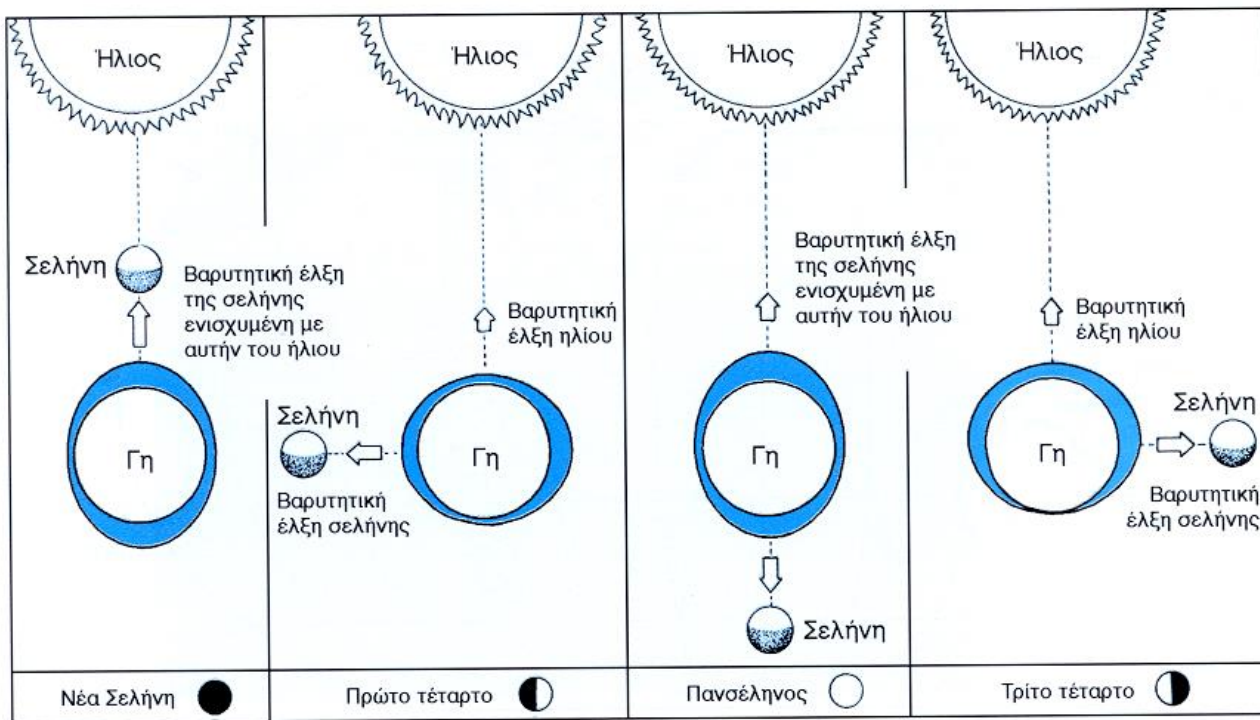
η διάρκεια μιας
σεληνιακής ημέρας
24 h 50min



κάθε **6h 15min** μια
πλήμμη εναλλάσσεται
με μία ρηχία

ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΕΛΞΗ ΗΛΙΟΥ < ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΕΛΞΗ ΣΕΛΗΝΗΣ

(ΗΛΙΟΣ = 2.2 φορές μικρότερη βαρυτική έλξη από τη σελήνη)



Ήλιος + Σελήνη : Μέγιστες παλίρροιες (*spring tides*)

Ήλιος – Σελήνη : Ελάχιστες παλίρροιες (*neap tides*)

Χειμώνας → ο ήλιος πιο κοντά στη γη → ενίσχυση έντασης παλιρροιών
Καλοκαίρι → ο ήλιος πιο μακριά στη γη → μείωση έντασης παλιρροιών

• Παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση των παλιρροιών

α) Γεωγραφικό πλάτος, β) Τοπογραφία περιοχής, γ) Ρεύματα ή κύματα

Σημασία των παλιρροιών για τους οργανισμούς

• Μεγάλη διακύμανση αβιοτικών παραγόντων στα όριά της (θερμοκρασία, αλατότητα, O₂ κ.ά.)

↑ Δυσκολία επιβίωσης

• Συνεχής αιώρηση τροφής (οργανισμοί και νεκρή οργανική ύλη που έχει καταλήξει στο βυθό)

↑ Παρουσία τροφής

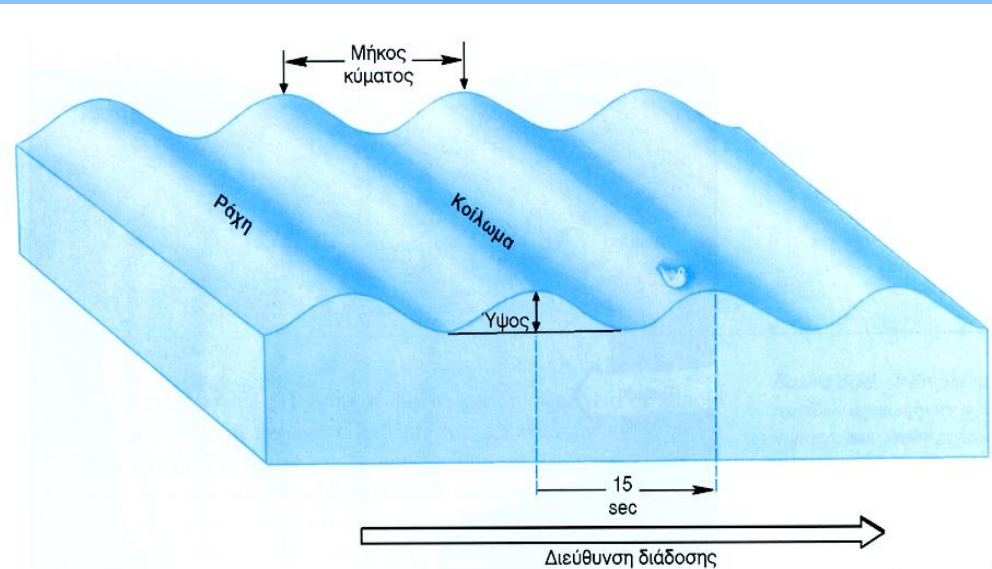
↑ Αφθονία οργανισμών

↓ Ποικιλότητα (λίγα είδη)

2) ΚΥΜΑΤΑ

Κύμα = είναι μία ταλάντωση του νερού

- **Τρόποι σχηματισμού κυμάτων:**
 - α) δράση ανέμου (ανεμογενή κύματα)
 - β) παλίρροιες (παλιρροιακά κύματα)
 - γ) σεισμικά φαινόμενα (tsunamis)



Χαρακτηριστικά κύματος:

Ράχη: το υψηλότερο μέρος του κύματος

Κοίλωμα: το χαμηλότερο μέρος του κύματος

Ύψος: η κατακόρυφη απόσταση ράχης-κοιλώματος

Μήκος: η οριζόντια απόσταση μεταξύ δύο ράχεων ή κοιλωμάτων

Περίοδος: ο χρόνος που περνάει από την εμφάνιση μιας κορυφής και της επόμενης

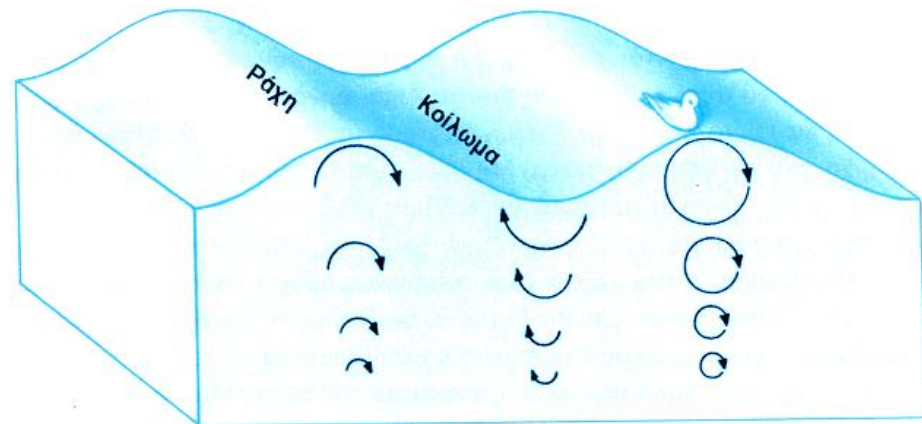
Ταχύτητα: μήκος κύματος / περίοδος

ΚΥΜΑ = τροχιακή κίνηση των μορίων του νερού που μεταδίδεται κατακόρυφα αλλά μειώνεται με το βάθος



(*) τα κύματα μπορούν να επηρεάζουν το βυθό μόνο σε μικρό βάθος (ρηγά νερά)

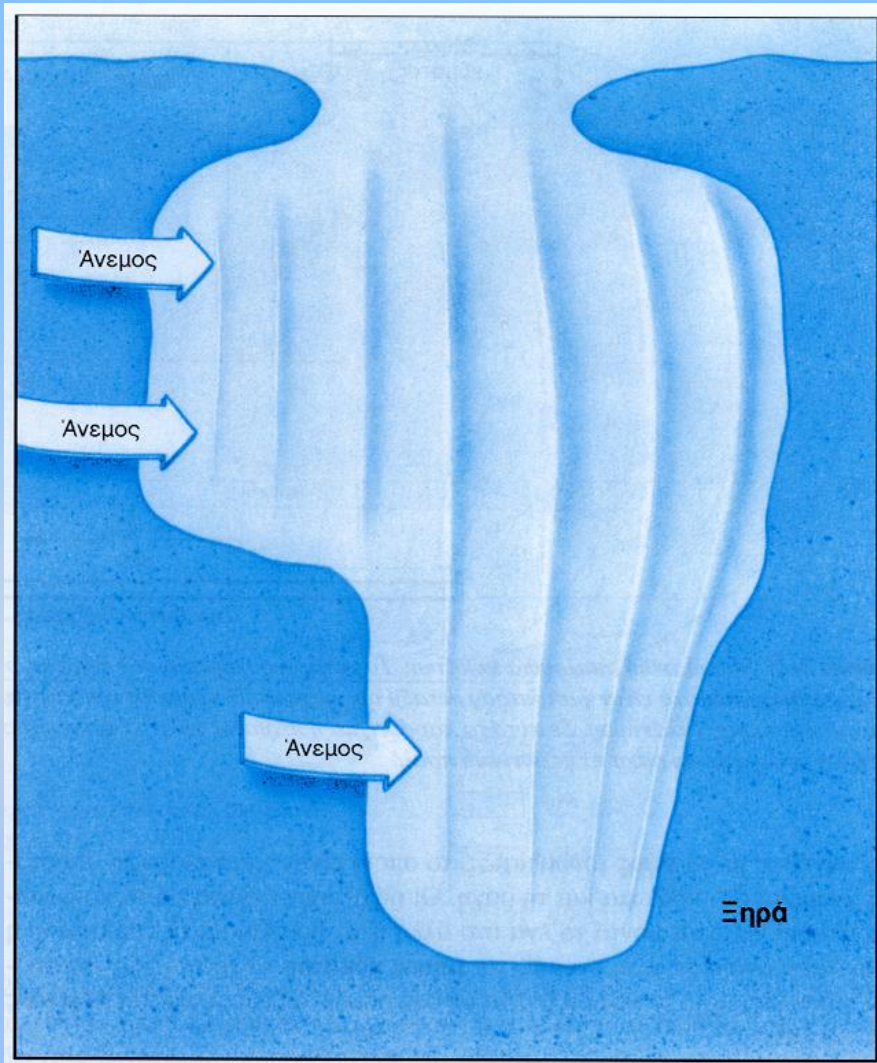
(**) τα κύματα μεταφέρουν ενέργεια κατά μήκος της επιφάνειας αλλά δεν μεταφέρουν νερό



Διεύθυνση διάδοσης

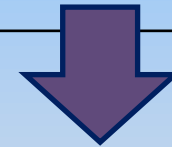
ΑΝΕΜΟΓΕΝΗ ΚΥΜΑΤΑ : είναι τα πιο συνηθισμένα

- Εξαρτώνται από:
- α) τη χρονική διάρκεια του ανέμου
 - β) την ταχύτητα του ανέμου
 - γ) την έκταση πάνω από την οποία πνέει ο άνεμος



ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΥΜΑΤΩΝ

- 1) αύξηση διαλυτότητας O_2
- 2) αύξηση ανάκλασης του φωτός
- 3) επιδράσεις σε βενθικούς οργανισμούς



- **Σύνθλιψη και αποκόλληση εδραίων οργανισμών από βραχώδη υποστρώματα**
- **Ανακάτεμα του βυθού → αιώρηση της τροφής (οργανισμοί και νεκρή οργανική ύλη)**

3) ΡΕΥΜΑΤΑ

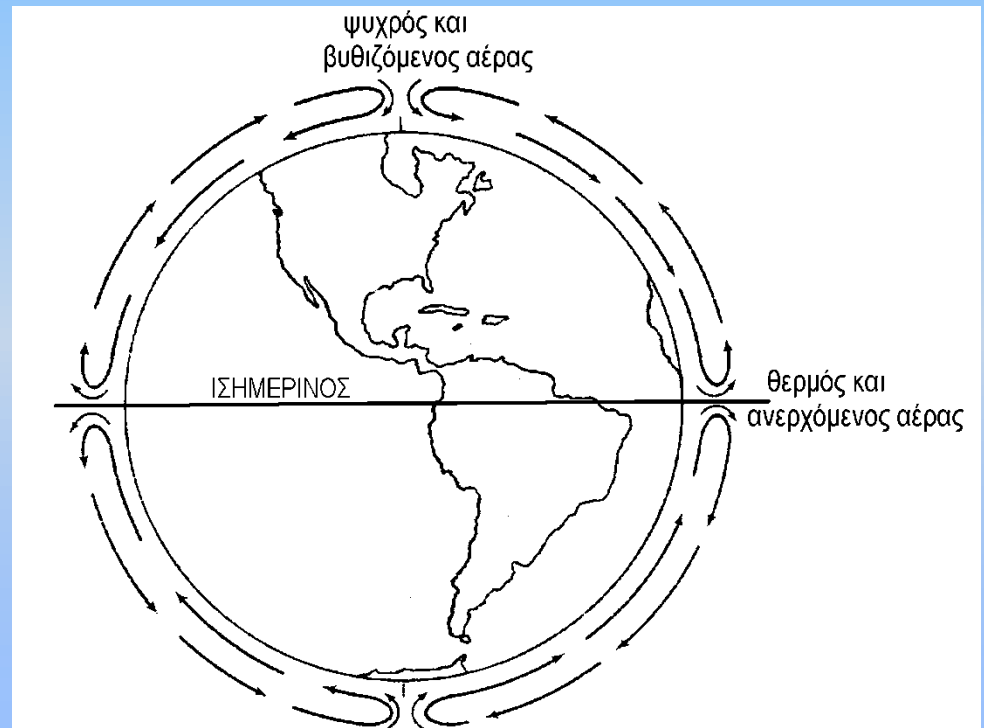
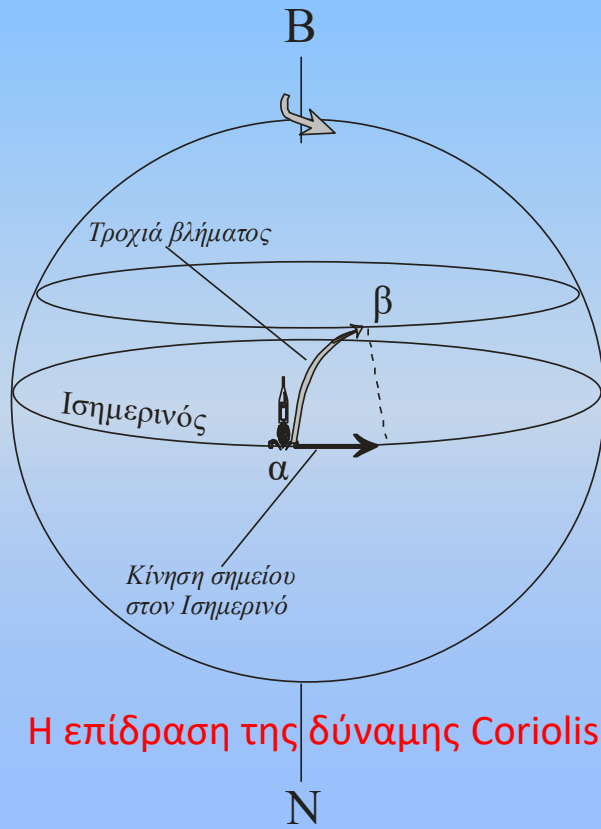
Ρεύμα = είναι μία μαζική μετακίνηση νερού

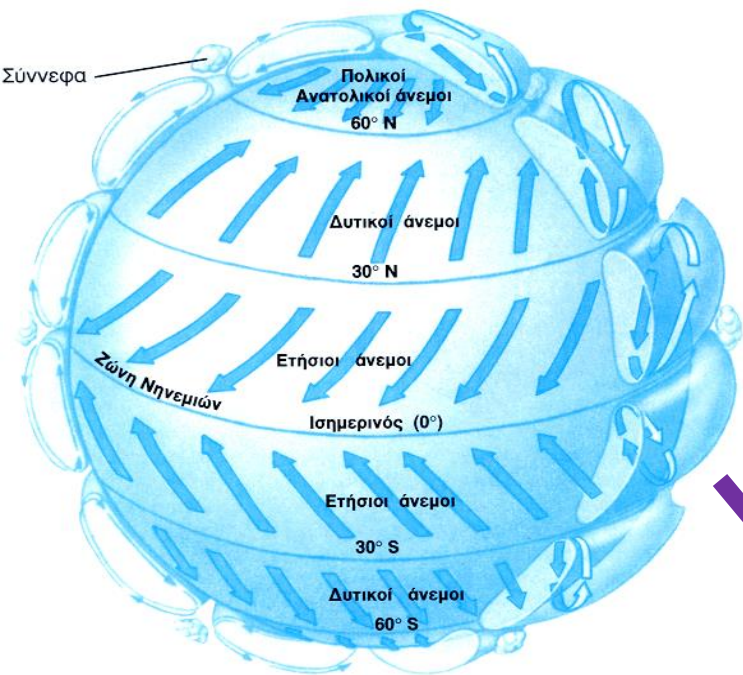


ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

- α) **Ανεμογενή:** από τη δράση του ανέμου (επιφανειακά)
- β) **Ρεύματα πυκνότητας:** κατακόρυφες κινήσεις νερών διαφορετικής πυκνότητας
- γ) **Παλιρροιακά:** από τη δράση παλιρροιών (ημερήσια)

ΑΝΕΜΟΓΕΝΗ ΡΕΥΜΑΤΑ → Επηρεάζονται από την κυκλοφορία των ανέμων → η οποία οδηγεί σε κυκλοφορία νερού





ΘΕΡΜΑ ΡΕΥΜΑΤΑ → θερμές επιφανειακές μάζες νερού από τον ισημερινό κατευθύνονται προς βορρά (π.χ. ρεύμα του κόλπου, Κουροσίβο)

ΨΥΧΡΑ ΡΕΥΜΑΤΑ → υδάτινες μάζες κοντά στους πόλους βυθίζονται και κινούνται νότια (π.χ. Λαμπραντόρ, Περού, Καλιφόρνιας)

Η γενική κυκλοφορία των σημαντικότερων επιφανειακών ρευμάτων στη γη

Η παγκόσμια κυκλοφορία των ανέμων

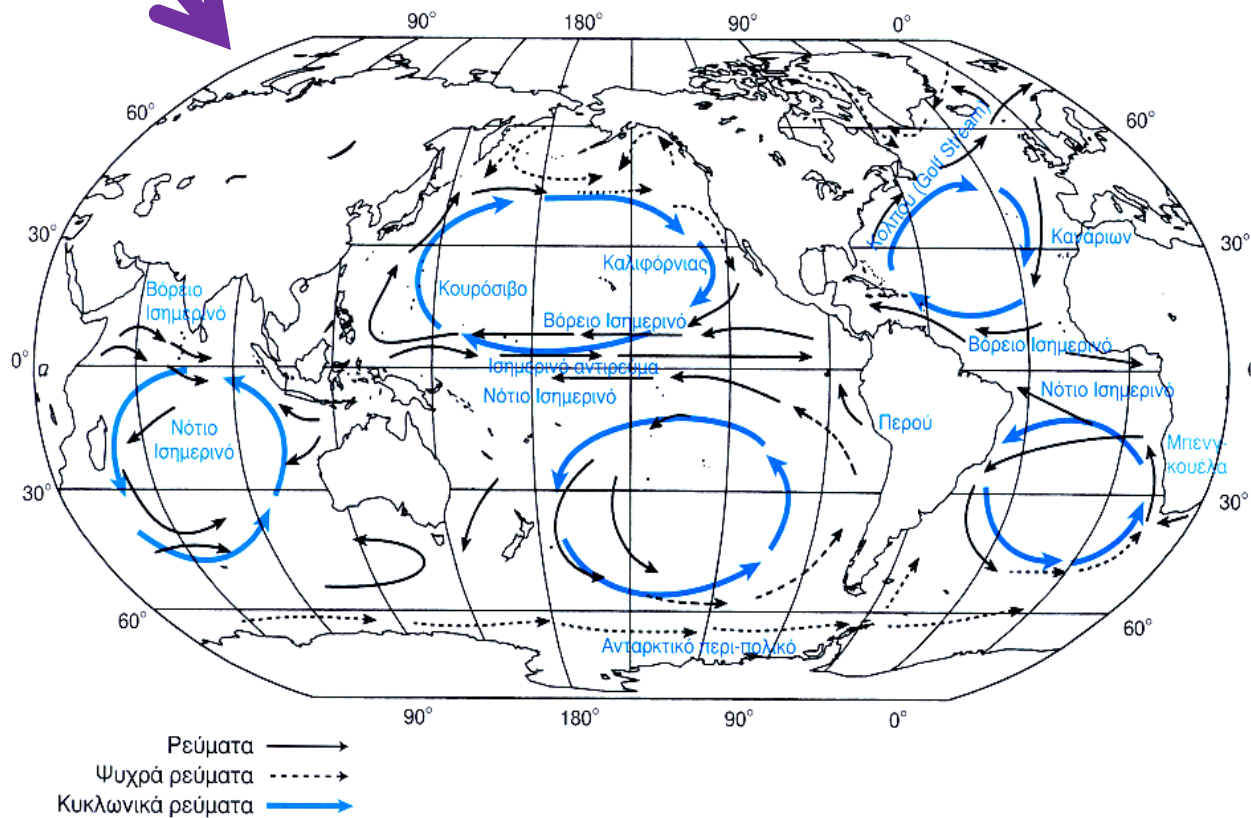
ΡΕΥΜΑ ΝΕΡΟΥ



Μεταφορά θερμότητας

Μεταφορά οργανισμών

Μεταφορά θρεπτικών



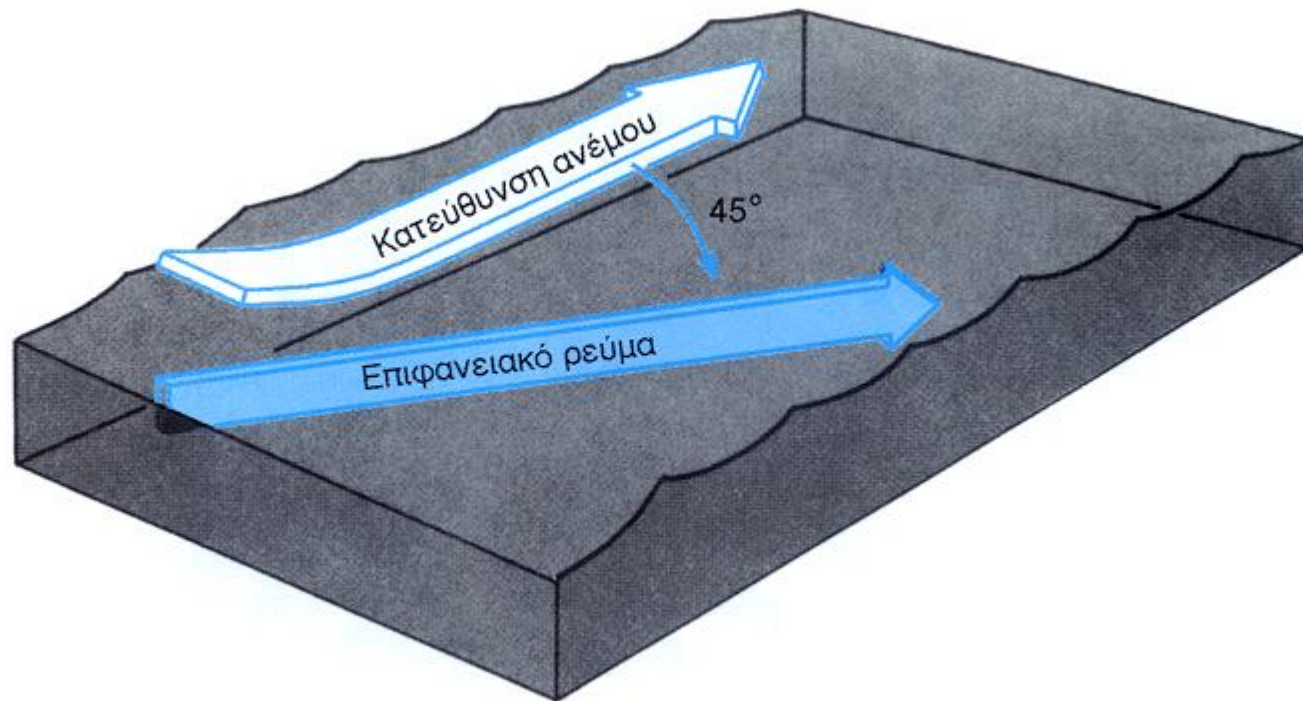
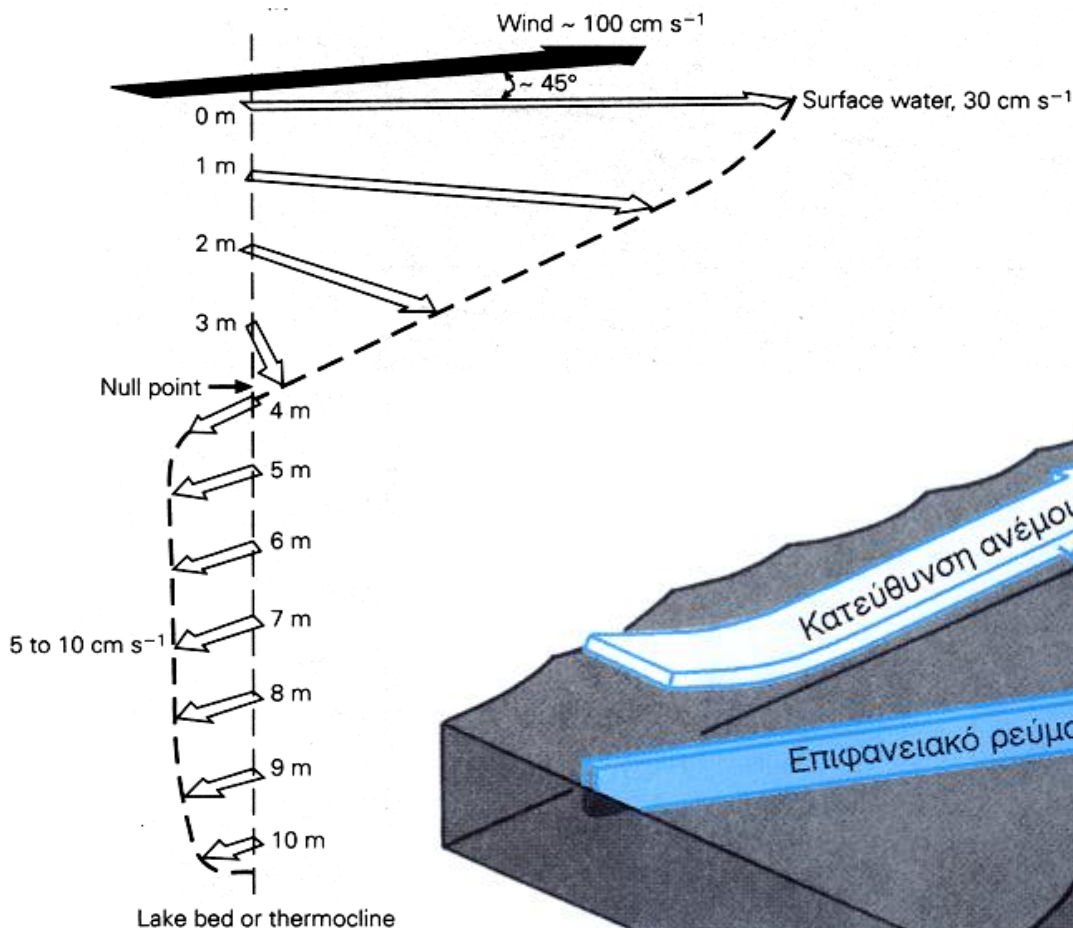
Το σπινάλ του Ekman



πως μια μάζα νερού ανταποκρίνεται στην τάση του ανέμου



Όταν ο άνεμος φυσάει προς μία διεύθυνση το επιφανειακό νερό στρέφεται σε διεύθυνση 45° δεξιά της κατεύθυνσης του ανέμου, εξαιτίας της επίδρασης των δυνάμεων *Coriolis*.

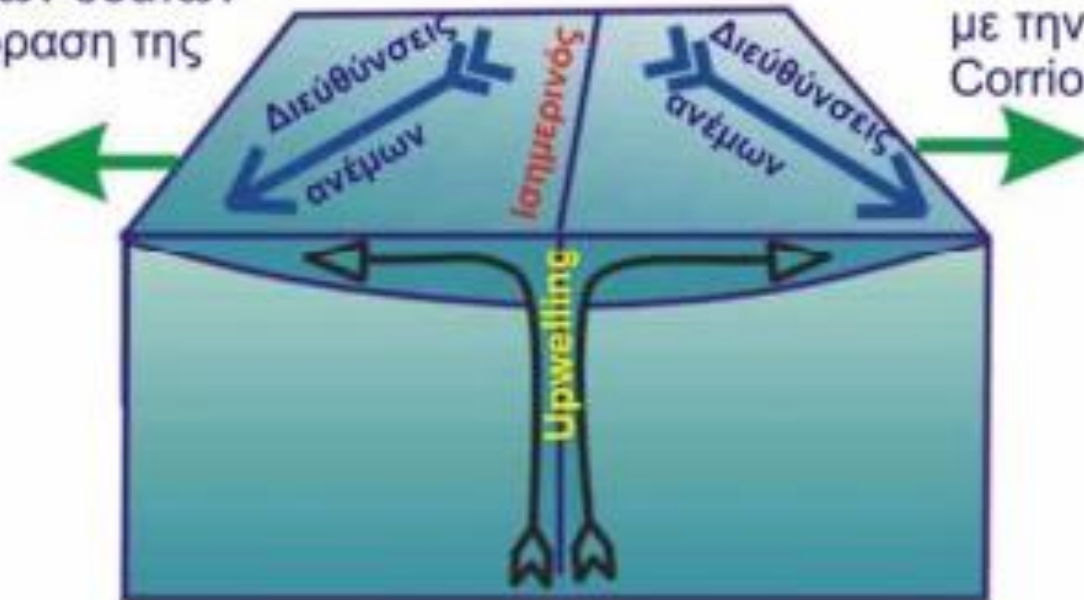


Ισημερινός: ➔ Πνέουν οι αληγεῖς άνεμοι με σταθερή διεύθυνση

Ανοδικά ρεύματα
(upwellings)

Όταν ο άνεμος φυσάει προς μία διεύθυνση προκαλείται κίνηση επιφανειακού νερού σε 90°, δεξιόστροφα (B ημισφαίριο) ή αριστερόστροφα (N ημισφαίριο) εξαιτίας της επίδρασης των δυνάμεων *Coriolis*.

Διεύθυνση μετακίνησης
επιφανειακών υδάτων
με την επίδραση της
Coriolis



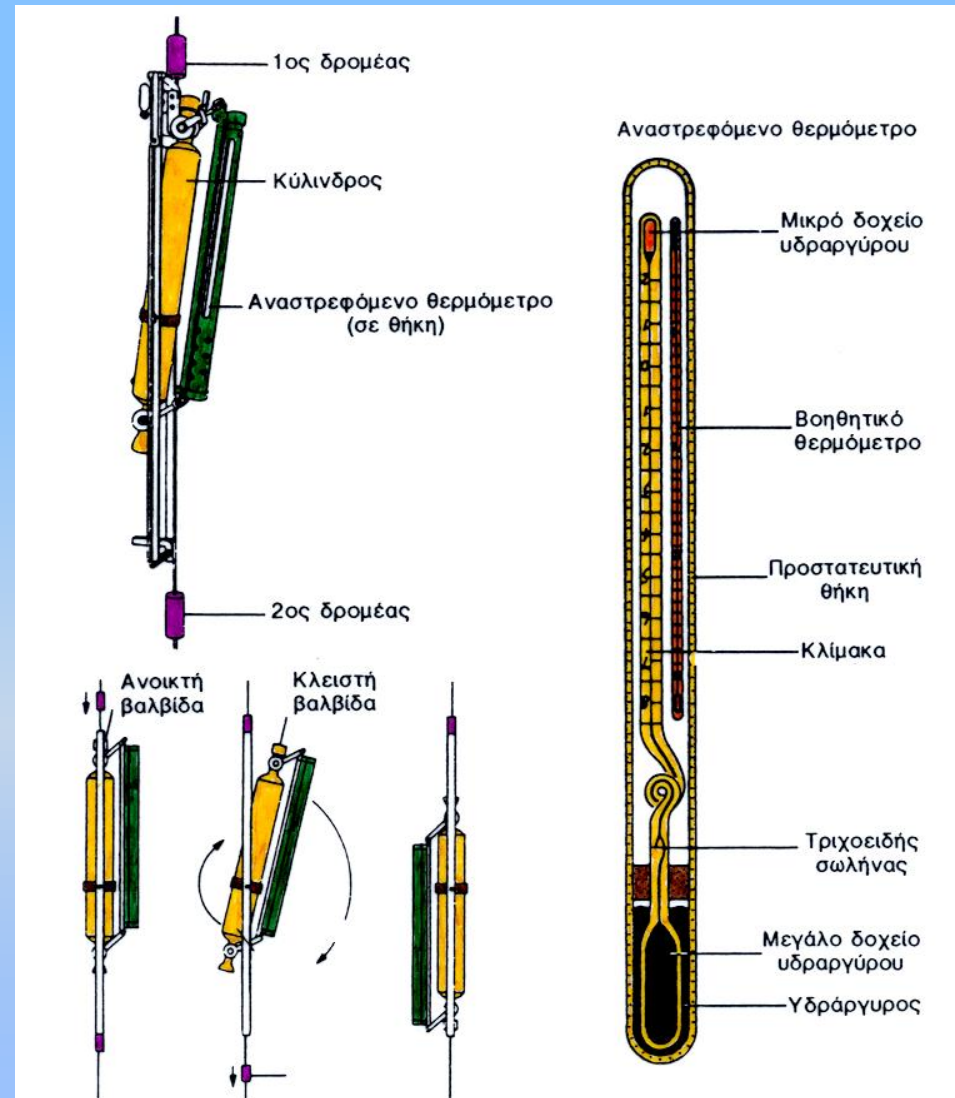
Διεύθυνση μετακίνησης
επιφανειακών υδάτων
με την επίδραση της
Coriolis

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

1. Μέτρηση θερμοκρασίας, αλατότητας, πυκνότητας

Θερμόμετρα υδραργύρου -
Αναστρεφόμενα θερμόμετρα

Φιάλες δειγματοληψίας
+ Θερμόμετρο

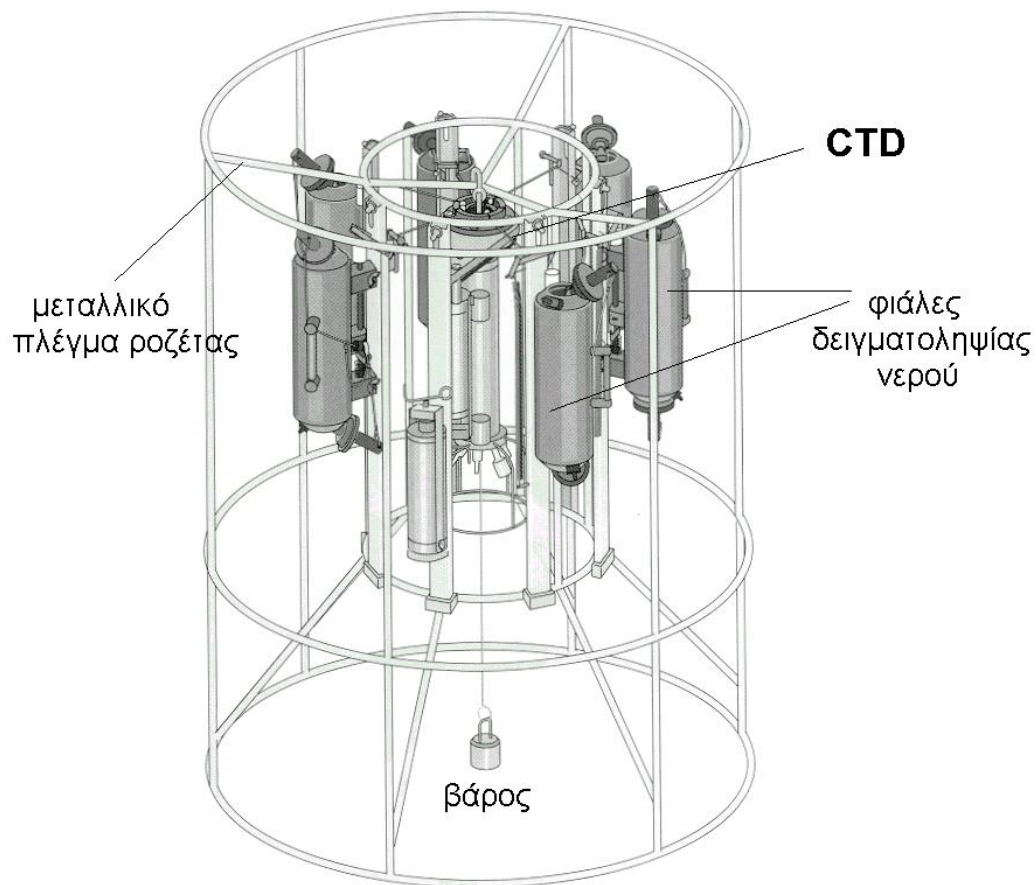


1. Μέτρηση θερμοκρασίας, αλατότητας, πυκνότητας → Πολυαισθητήρες (CTDs)

CTD = Conductivity, Temperature, Density



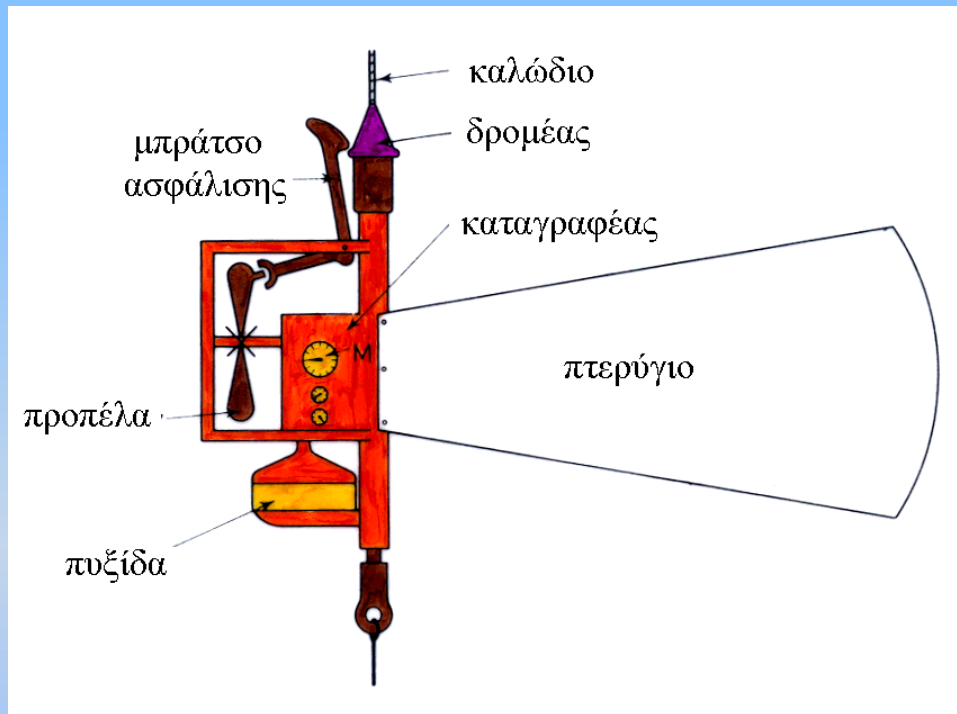
- Θερμοκρασία
- Αλατότητα/αγωγιμότητα
- Πυκνότητα
- Συγκ. οξυγόνου
- pH
- Συγκ. χλωροφύλλης
- Συγκ. θρεπτικών
- Συγκ. H₂S



2. Μέτρηση διαύγειας νερού – Δίσκος Secchi



3. Μέτρηση ρευμάτων - Ρευματογράφοι



4. Μέτρηση βάθους – διαμόρφωσης βυθού → Βυθόμετρα (Sonars)

