

# ΥΛΗ που θα καλυφθεί στη διάρκεια του εξαμήνου

Φυσική και Βιολογία.

Μεγέθη και συστήματα μονάδων.

Γραφικές παραστάσεις φαινομένων.

Δυνάμεις. Ροπές.

Κλασική φυσική, Νόμοι του Νεύτωνα.

Ενέργεια.

Θερμότητα, ειδική θερμότητα, θερμοκρασία. Μετατροπές φάσεων.

Πίεση σε ρευστά, άνωση. Κίνηση σε ρευστό, ρευστοδυναμική (νόμοι συνεχείας και Bernoulli).

Ελαστικότητα.

Επιφανειακή τάση.

Αρμονική ταλάντωση. Κύματα.

Η φύση του φωτός. Διάθλαση. Φακοί και Είδωλα. Κυματικά φαινόμενα (περίθλαση, συμβολή πόλωση).

Ηλεκτροστατική. Ηλεκτρικά πεδία. Πυκνωτές.

Ηλεκτρικό ρεύμα. Νόμος του Ohm. Αντίσταση. Το ποτενσιόμετρο.

Ηλεκτρικό ρεύμα και μαγνητικό πεδίο.

Εναλλασσόμενο ρεύμα.

Ανορθωτές και δίοδοι.

Μετρητές ηλεκτρικών ποσοτήτων.

Εκπομπή ηλεκτρονίων.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Κίνηση φορτίων σε μαγνητικό πεδίο. Κύκλοτρο. Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο.

Ατομικό υπόδειγμα του Bohr. Στοιχεία μοντέρνας (κβαντικής) φυσικής.

Ραδιενεργοί πυρήνες, ραδιενέργεια.

# ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

# ΡΕΥΣΤΑ Αέρια & Υγρά

## ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ Ρευστά σε ισορροπία

## ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ Ρευστά σε κίνηση

Πυκνότητα  $\rho = m/V$  [ $\text{Kg}/\text{m}^3$ ,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ]

$$1000 \text{ Kg}/\text{m}^3 = 1 \text{ g}/\text{cm}^3$$

Χαρακτηριστικό μέγεθος ενός υλικού  
Εξαρτάται από θερμοκρασία



# ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ

$$1000\text{Kg/m}^3 = 1\text{g/cm}^3$$

<b>MATERIAL</b>	<b><math>\rho</math> Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>NOTES</b>
<b><u>INTERSTELLAR MEDIUM</u></b>	<b><math>10^{-25} - 10^{-15}</math></b>	<b>ASSUMING 90% H, 10% HE; VARIABLE T</b>
<b><u>EARTH'S ATMOSPHERE</u></b>	<b>1.2</b>	<b>AT SEALEVEL</b>
<b><u>AEROGEL</u></b>	<b>1 - 2</b>	
<b><u>STYROFOAM</u></b>	<b>30 - 120</b>	<b><u>FROM</u></b>
<b><u>CORK</u></b>	<b>220 - 260</b>	<b><u>FROM</u></b>
<b><u>WATER</u></b>	<b>1000</b>	<b>AT STP</b>
<b><u>PLASTICS</u></b>	<b>850 - 1400</b>	<b>FOR <u>POLYPROPYLENE</u> AND <u>PETE/PVC</u></b>
<b><u>THE EARTH</u></b>	<b>5515.3</b>	<b>MEAN DENSITY</b>
<b><u>COPPER</u></b>	<b>8920 - 8960</b>	<b>NEAR <u>ROOM TEMPERATURE</u></b>
<b><u>LEAD</u></b>	<b>11340</b>	<b>NEAR <u>ROOM TEMPERATURE</u></b>
<b><u>THE INNER CORE</u></b>	<b>~13000</b>	<b>AS LISTED IN <u>EARTH</u></b>
<b><u>URANIUM</u></b>	<b>19100</b>	<b>NEAR <u>ROOM TEMPERATURE</u></b>
<b><u>IRIDIUM</u></b>	<b>22500</b>	<b>NEAR <u>ROOM TEMPERATURE</u></b>
<b><u>THE CORE OF THE SUN</u></b>	<b>~150000</b>	
<b><u>ATOMIC NUCLEI</u></b>	<b>~<math>3 \times 10^{17}</math></b>	<b>AS LISTED IN <u>NEUTRON STAR</u></b>
<b><u>NEUTRON STAR</u></b>	<b><math>8.4 \times 10^{16} - 1 \times 10^{18}</math></b>	
<b><u>BLACK HOLE</u></b>	<b><math>4 \times 10^{17}</math></b>	<b>MEAN DENSITY INSIDE THE <u>SCHWARZSCHILD RADIUS</u> OF AN EARTH-MASS BLACK HOLE (THEORETICAL)</b>

## ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ

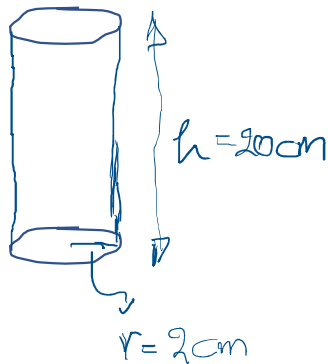
ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ g/cm <sup>3</sup>	ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ g/cm <sup>3</sup>
Αλουμίνιο	2.70	Λευκόχρυσος	21.40
Σίδηρος	7.87	Υδράργυρος	13.55
Χάλυβας	7.5-8	Αιθανόλη	0.81
Ορείχαλκος	7.7-8.7	Βενζίνη	0.9
Χαλκός	8.96	Πάγος	0.92
Άργυρος	10.49	Νερό	1
Μόλυβδος	11.36	Νερό θαλάσσης	1.03
Χρυσός	19.32	Γλυκερίνη	1.26

The density of olive oil is **0.917 kg/l** at 20 °C

$$[792 \text{ kg/m}^3]$$

**Παράδειγμα 8.1** Ένας κυλινδρικός, πλαστικός σωλήνας με λεπτά τοιχώματα είναι γεμάτος με άγνωστο υγρό. Ο σωλήνας έχει ακτίνα 2 cm και μήκος 20 cm. Όταν είναι άδειος ζυγίζει 0,2 N ενώ όταν είναι γεμάτος με το υγρό 2,15 N. Υπολογίστε την πυκνότητα του υγρού. Ποιό υγρό θα μπορούσε να είναι αυτό; Ο λόγος της πυκνότητας ενός υγρού προς την πυκνότητα του νερού στους 4 °C (που είναι ίση με  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) είναι γνωστός ως *σχετική πυκνότητα υγρού*. Υπολογίστε τη σχετική πυκνότητα του υγρού που γεμίζει τον σωλήνα.

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$



$$B = 0.2 \text{ N}$$

$$B' = 2.15 \text{ N}$$

$$d_r = ?$$

# ΠΙΕΣΗ

Εαν μια δύναμη  $F$  ασκείται κάθετα και ομοιόμορφα (?) πάνω σε μια επιφάνεια με εμβαδό  $A$  τότε ορίζουμε ως πίεση:

$$P = F/A \text{ [Pa]} \quad \rightarrow \text{1bar} = 100000\text{Pa}$$

Η επιφάνεια δεν απαιτείται να είναι πραγματική!!!

Εάν η δύναμη δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη τότε ορίζουμε ως πίεση σε ένα στοιχειώδες τμήμα της επιφάνειας ως:

$$P = dF/dA$$

όπου  $dF$  η στοιχειώδης δύναμη που ασκείται κάθετα στο στοιχειώδες τμήμα της επιφάνειας  $dA$ .



$$[1060 \text{ Pa}, 2.5 \cdot 10^4 \text{ Pa}]$$

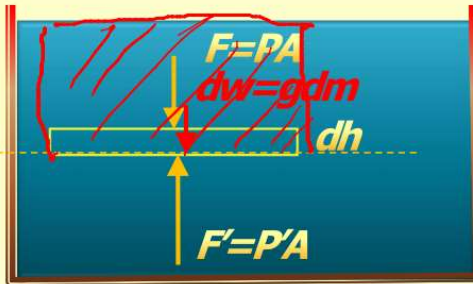
**Παράδειγμα 8.2** (α) Ένας κυλινδρικός σωλήνας, ακτίνας 1 cm και μήκους 10 cm τοποθετημένος με τον άξονά του κατακόρυφα, είναι γεμάτος με αίμα. Υπολογίστε την πίεση στον πυθμένα του σωλήνα.  
(β) Υπολογίστε την πίεση που ασκείται από έναν άνδρα 100 kg στο έδαφος όταν στέκεται όρθιος και κάθε πέλμα του έχει εμβαδόν 200 cm<sup>2</sup>.

$$\rho_{\text{αίμα}} \approx 1060 \text{ kg/m}^3$$



# ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Το ρευστό ισορροπεί  $\rightarrow$  Το άθροισμα των δυνάμεων στη  $x$  και  $y$  διεύθυνση πρέπει να είναι ίσο με μηδέν  $\Sigma F_x = \Sigma F_y = 0$



$$F + dw = F' \Rightarrow F + dw = F + dF \Rightarrow$$

$$gdm = AdP \Rightarrow g\rho dV = AdP \Rightarrow$$

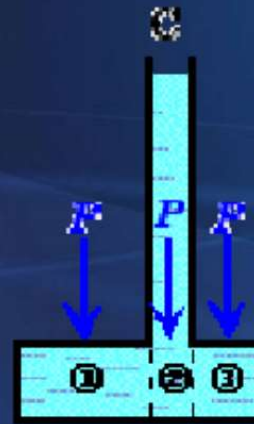
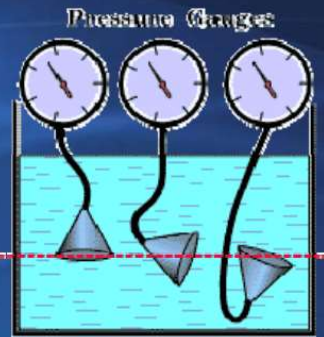
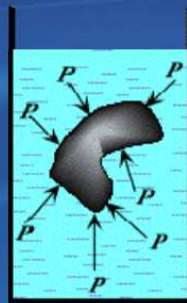
$$g\rho Adh = AdP \Rightarrow g\rho dh = dP \Rightarrow$$

$$\int_0^h g\rho dh = \int_{P_0}^P dP \Rightarrow g\rho h \Big|_0^h = P \Big|_{P_0}^P \Rightarrow g\rho h = P - P_0 \quad \rho = \text{σταθ.}$$

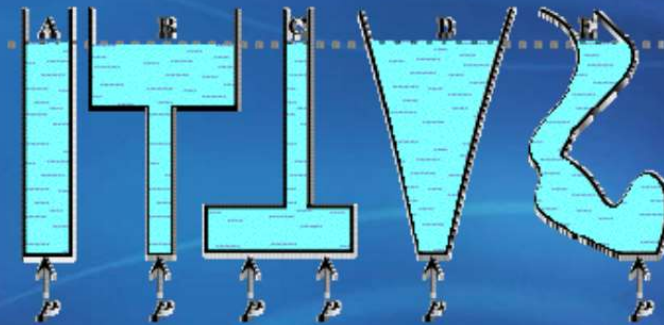
$$P = P_0 + g\rho h$$

Θεμελιώδης εξίσωση της υδροστατικής

Η πίεση σε οποιοδήποτε βάθος είναι η ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις.



Πόση είναι η πίεση στα σημεία 1, 2, 3;

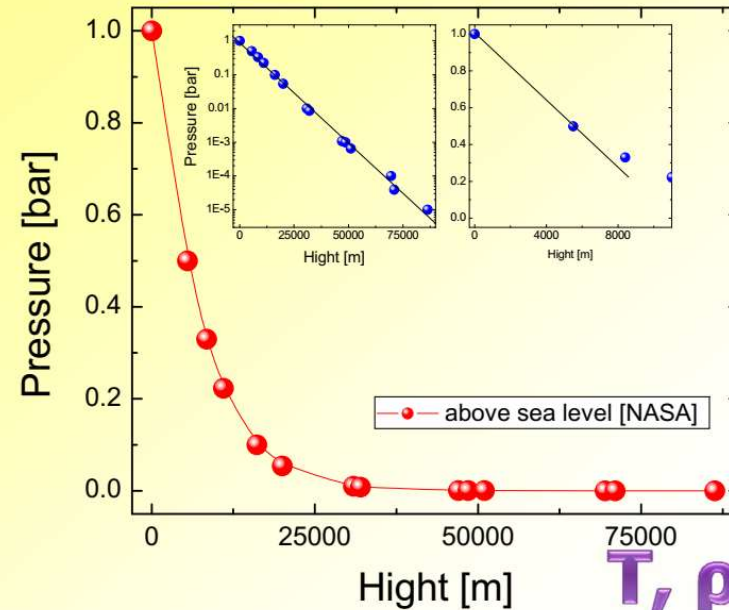
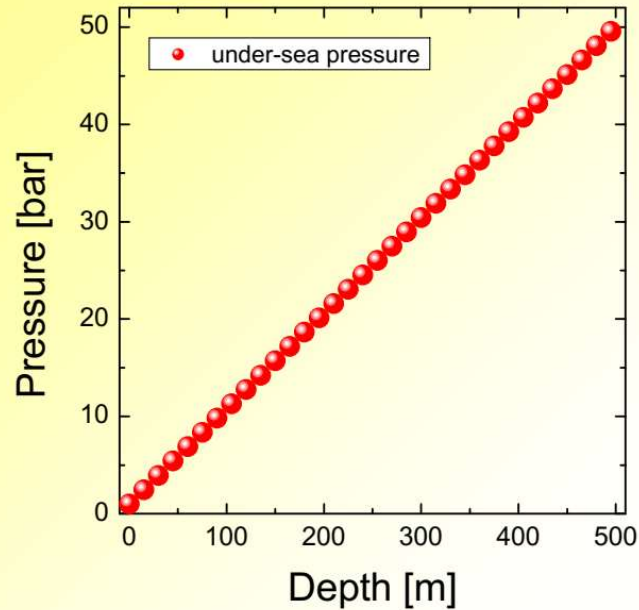


Δοχεία με ίση στάθμη υγρού έχουν την ίδια πίεση στη βάση τους

$$P = P_o + g\rho h$$

Πίεση νερού κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, όπως υπολογίζεται από τη θεμελιώδη εξίσωση της υδροστατικής για σταθερή θερμοκρασία και πυκνότητα ρευστού

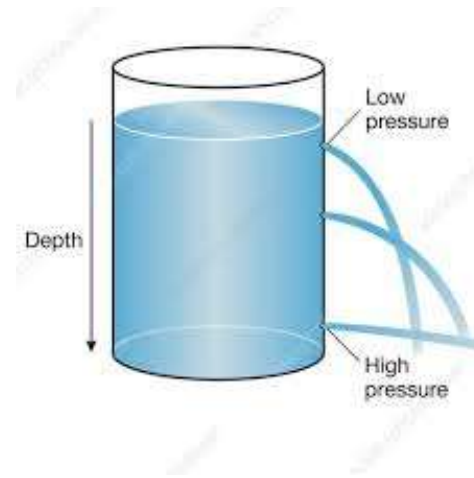
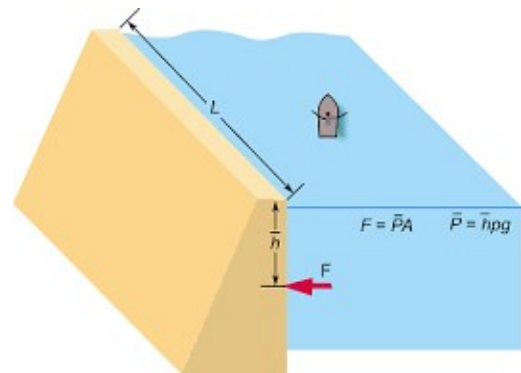
Πίεση αέρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Πειραματικά δεδομένα από NASA. Απόκλιση από τη θεωρητική εξίσωση λόγω αλλαγών στην πυκνότητα και θερμοκρασία



$T, \rho$

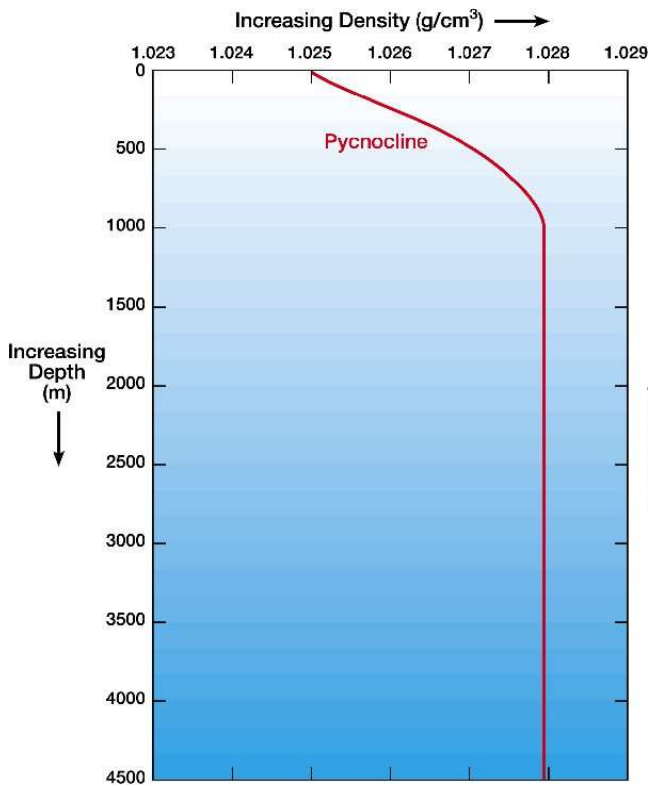


# Εφαρμογές

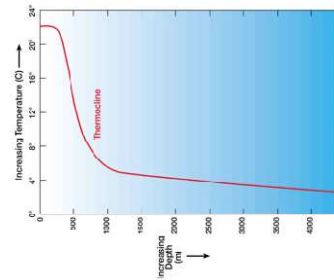
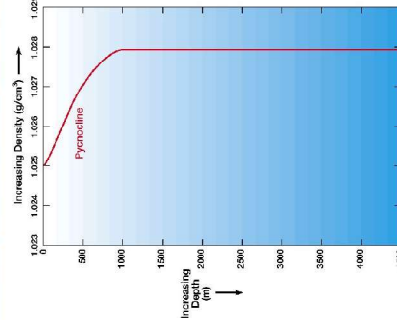




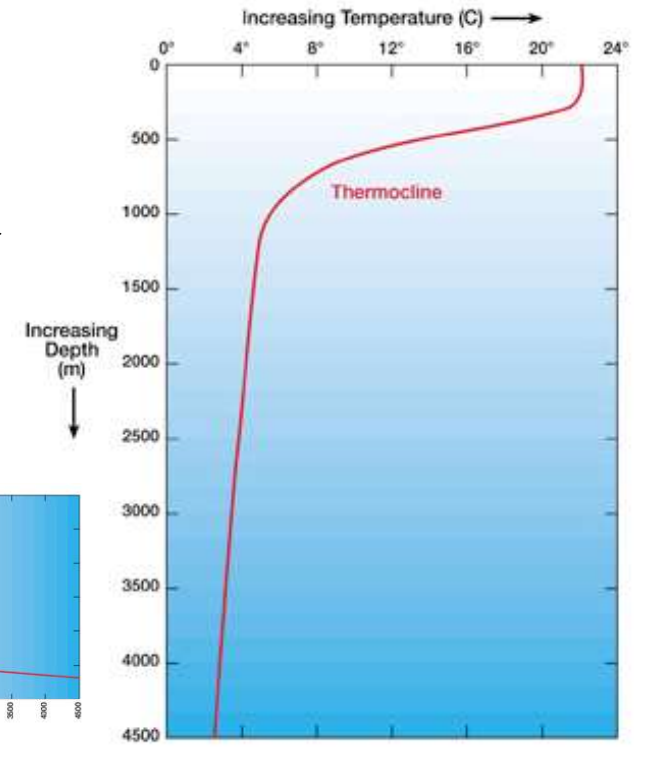
<https://www.windows2universe.org/earth/Water/density.html>



The density of ocean water is rarely measured directly. If you wanted to measure the density of ocean water, you would have to collect a sample of sea water and bring it back to the laboratory to be measured. Density is usually calculated using an equation. You just need to measure the salinity, temperature and pressure to be able to find density. These measurements are often made with a [CTD instrument](#), where the instrument is placed in the ocean water from a ship or a platform.



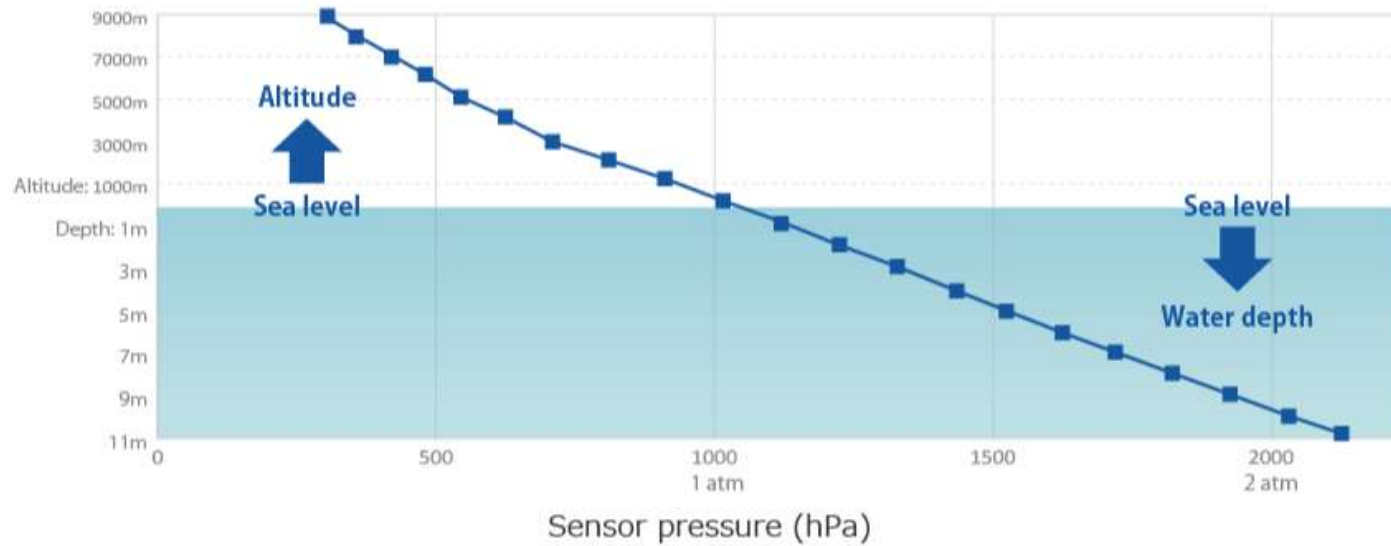
<https://www.windows2universe.org/earth/Water/temp.html>



This is a simple density-depth ocean water profile. You can see density increases with increasing depth. The pycnocline are layers of water where the water density changes rapidly with depth. This density-depth profile is typical of what you might expect to find at a latitude of 30-40 degrees south. *Windows to the Universe original image*

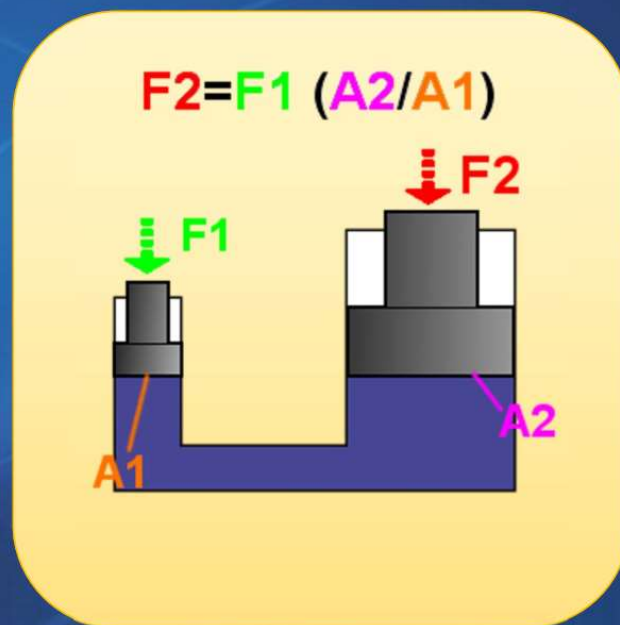
This is a simple temperature-depth ocean water profile. You can see temperature decreases with increasing depth. The thermocline are layers of water where the temperature changes rapidly with depth. This temperature-depth profile is what you might expect to find in low to middle latitudes. Click on image for full size *Windows to the Universe original image*

$\sim 0.75 \text{ atm } \sigma \varepsilon \text{ 10Km vs } >1 \text{ atm } \sigma \varepsilon \text{ 10 m}$



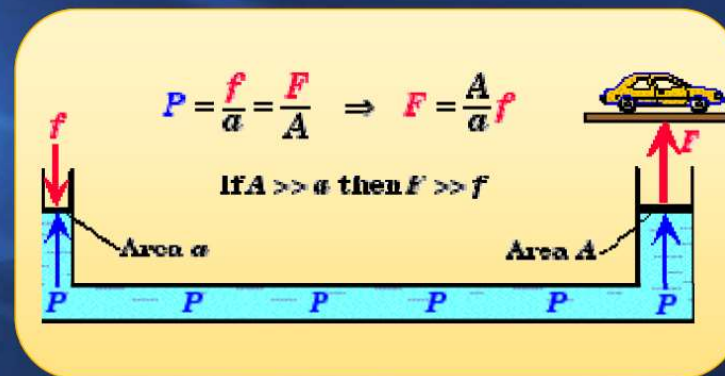
## ΑΡΧΗ Pascal:

Κάθε εξωτερική πίεση που ασκείται σε οποιοδήποτε σημείο ενός υγρού που ισορροπεί, μεταδίδεται αμετάβλητη σε οποιοδήποτε σημείο του υγρού.



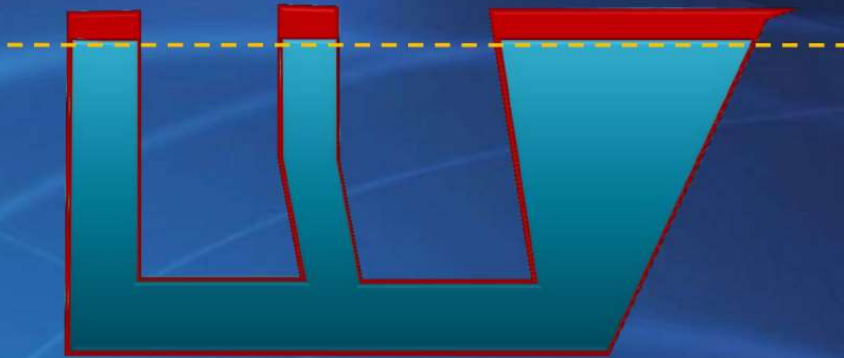
## Εφαρμογές:

Υδραυλικά φρένα, πιεστήριο, κλπ.



## ΑΡΧΗ συγκοινωνούντων δοχείων:

Όταν υγρό ισορροπεί μέσα σε δοχεία που συγκοινωνούν οι ελεύθερες επιφάνειές του σε όλα τα δοχεία βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

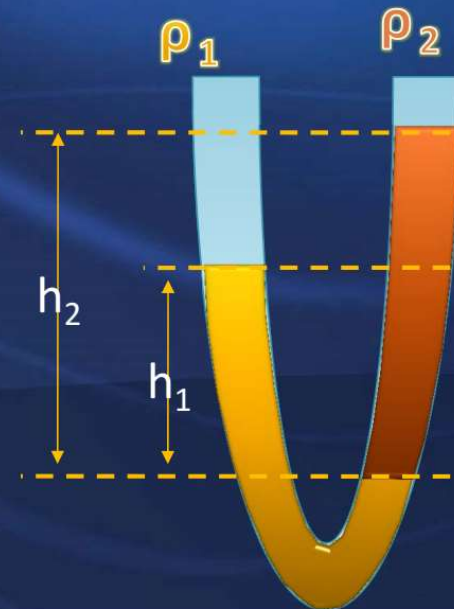


$$P = P_o + g\rho h$$

ΑΡΧΗ συγκοινωνούντων δοχείων:  
Δύο μη αναμειγμένα υγρά.

$$P = P_o + g\rho h \quad \text{Για να ισορροπούν τα υγρά}$$

$$g\rho_1 h_1 = g\rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$





# ΑΡΧΗ του Αρχιμήδη:

Κάθε σώμα βυθιζόμενο σε υγρό δέχεται άνωση ίση με το βάρος του υγρού που εκτοπίζει.

Άνωση: η δύναμη που ασκούν τα κάτω στρώματα του υγρού στα άνω Εφόσον έχουμε στατικά φαινόμενα και το υγρό είναι σε ισορροπία η άνωση θα πρέπει να είναι ίση αριθμητικά με το βάρος του υγρού με όγκο ίσο με εκείνο του σώματος που θα βυθιστεί.

$$A = B_u$$

Όγκος κυλίνδρου  $V_k$

Όγκος υγρού που εκτοπίστηκε  $V_u$

$$V_k = V_u$$



✓ Εάν  $A > B_k$  τότε το σώμα επιπλέει

✓ Εάν  $A < B_k$  τότε το σώμα βουλιάζει στον πάτο

✓ Εάν  $A = B_k$  τότε το σώμα αιωρείται οπουδήποτε μέσα στο υγρό

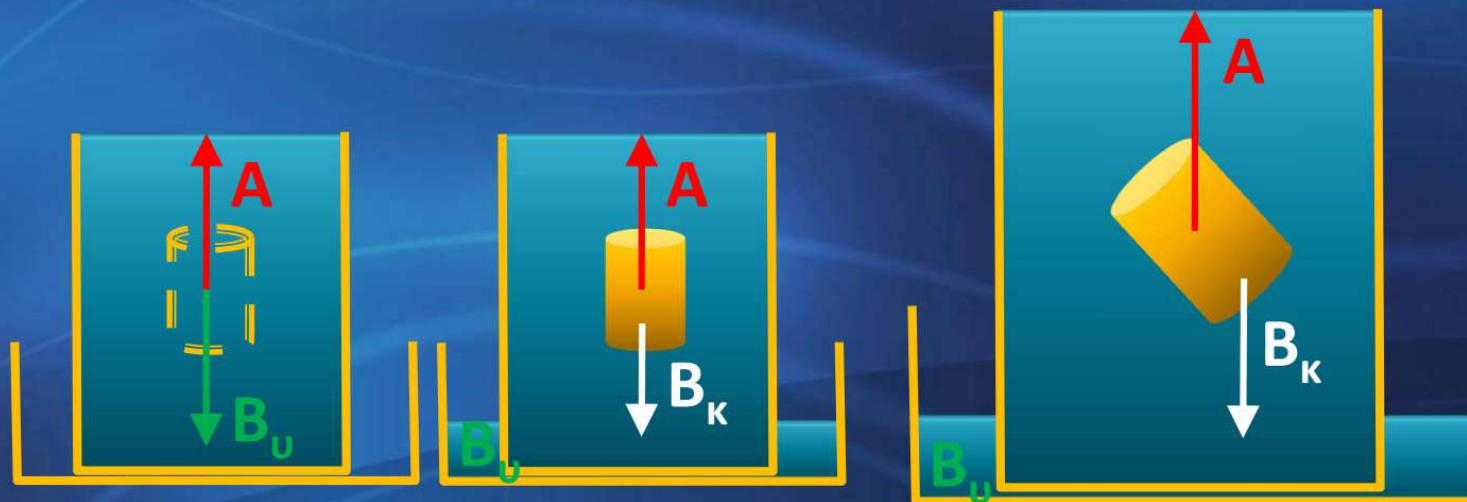
## ΑΡΧΗ του Αρχιμήδη:

Το σημείο εφαρμογής της άνωσης είναι το κέντρο μάζας του νερού που εκτοπίστηκε

Το σημείο εφαρμογής του βάρους του σώματος είναι το κέντρο μάζας του σώματος

Αν για π.χ. ο κύλινδρος είχε κέντρο μάζας κοντά στην κάτω επιφάνειά του τότε τα σημεία εφαρμογής  $A$  και  $B_{\kappa}$  θα ήταν διαφορετικά

Αποτέλεσμα εάν στρέψουμε το σώμα τότε πάνω του θα ασκηθεί ζεύγος δυνάμεων  $\rightarrow$  ροπή



# ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΩΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΠΛΕΟΥΝ ( $A > B_{\Sigma}$ )

(Α) ΕΥΣΤΑΘΗΣ – ΚΒ σώματος κάτω από το κέντρο άνωσης

(Β) ΑΔΙΑΦΟΡΗ – ΚΒ σώματος ίδιο με το κέντρο άνωσης

(Γ) ΑΣΤΑΘΗΣ – ΚΒ σώματος πάνω από το κέντρο άνωσης

[ 55N κ 37N , ~ 4% ] → ~ 5.5L.

**Παράδειγμα 8.8** Ένας άνδρας βάρους 800 N εκτοπίζει όγκο νερού ίσο με  $0,076 \text{ m}^3$  όταν βυθιστεί σε μια πισίνα (θεωρήστε το νερό της πισίνας ως καθαρό νερό). Υπολογίστε το φαινόμενο βάρος του όταν είναι βυθισμένος σε πισίνα και όταν είναι στη θάλασσα. Τα περισσότερα ζώα της ξηράς μπορούν να επιπλέουν στο νερό όταν κρατούν τους πνεύμονές τους πλήρως διεσταλμένους αλλά βυθίζονται όταν εκπνέουν τον αέρα. Με αυτά τα δεδομένα και υποθέτοντας ότι όταν οι πνεύμονες είναι πλήρως διεσταλμένοι, το σώμα δέχεται στο καθαρό νερό άνωση επί του συνολικού όγκου του ίση με το βάρος του, βρείτε την % αύξηση του όγκου του σώματος όταν οι πνεύμονες είναι πλήρως διεσταλμένοι.



[ 1426 m ]

**Παράδειγμα 8.9** Το ψηλότερο παγόβουνο που μετρήθηκε ποτέ ήταν 168 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αν υποθέσουμε ότι είχε το σχήμα ενός μεγάλου κυλίνδρου υπολογίστε σε πόσο βάθος κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας έφτανε. (Αγνοήστε τη μεταβολή της πυκνότητας του νερού ή του πάγου με το βάθος ή τη θερμοκρασία.)

→ θάλασσα.

$$\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_i = 917 \text{ kg/m}^3$$



David Doubilet