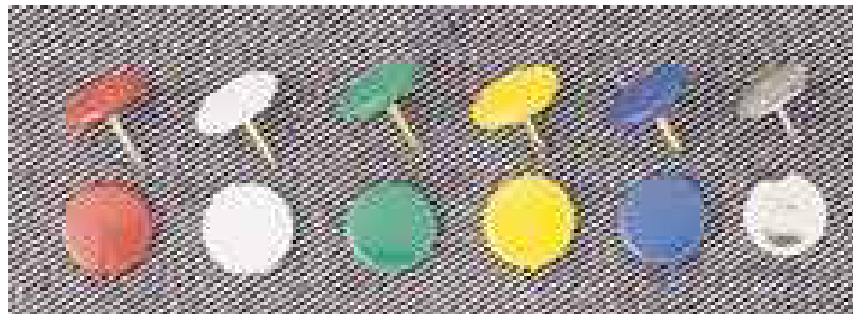


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΙΕΣΗ

Φυσική Β' Γυμνασίου
Βασίλης Γαργανουράκης
<http://users.sch.gr/vgargan>

Δύναμη και Πίεση

- Κρατάς μία πινέζα μεταξύ του δείκτη και του αντίχειρα σου, με δύναμη 10 N. Η μύτη της πινέζας έχει διάμετρο 0,1mm ενώ η κεφαλή της έχει διάμετρο 10mm.
 - Πόση είναι η δύναμη που δέχεται ο αντίχειρα σου; Πόση είναι η δύναμη που δέχεται ο δείκτης σου;
 - Γιατί πονάς περισσότερο στο δάκτυλο που ακουμπάει η μύτη της πινέζας;



Ορισμός της Πίεσης

Ο Μπλεζ Πασκάλ (1623 - 1662)
ήταν γάλλος μαθηματικός,
φυσικός, συγγραφέας και
φιλόσοφος.



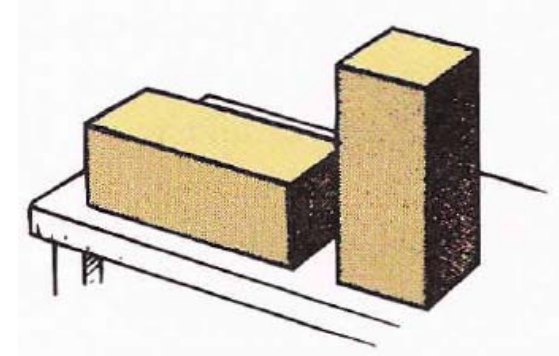
- **Πίεση:** Δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας

$$P \equiv \frac{F}{A}$$

- F: κάθετη δύναμη που ασκείται σε μία επιφάνεια
- A: επιφάνεια
- Μονάδα μέτρησης στο (S.I.): $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pascal}$
 - Μια άλλη συνηθισμένη μονάδα είναι οι λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (**psi**) που χρησιμοποιούμε στη μέτρηση πίεσης τροχών

Εφαρμογή

- Οι παρακάτω κύβοι είναι όμοιοι. Ποιος ασκεί μεγαλύτερη πίεση στο τραπέζι;
– Ο όρθιος ή ο πλάγιος;
- Γιατί ο σκιέρ δεν βουλιάζει στο χιόνι;
- Πόση πίεση ασκείτε στο έδαφος όταν είστε όρθιοί;



Ρευστά

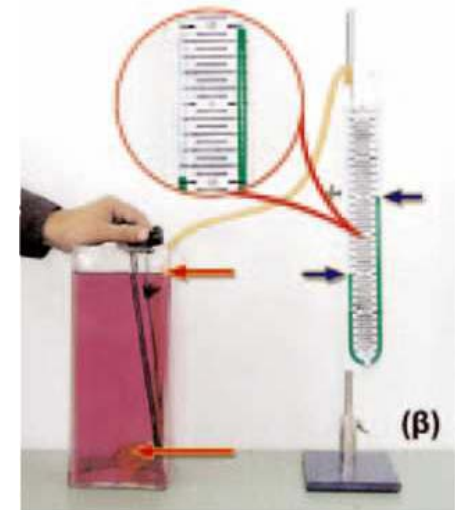
- **Ρευστά (fluids):** τα σώματα που έχουν τη δυνατότητα να ρέουν
 - δεν έχουν σταθερό σχήμα, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται.
 - Τα πιο κοινά ρευστά είναι το νερό και ο αέρας.
- Όταν ένα ρευστό βρίσκεται σε ισορροπία, πιέζει κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή.
 - όταν κάνουμε βουτιές σε μεγάλο βάθος στη θάλασσα πονάνε τα αυτιά μας.
- **Υδροστατική πίεση:** Η πίεση που ασκεί ένα υγρό που ισορροπεί.
- **Ατμοσφαιρική πίεση:** Η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας.



Υδροστατική πίεση

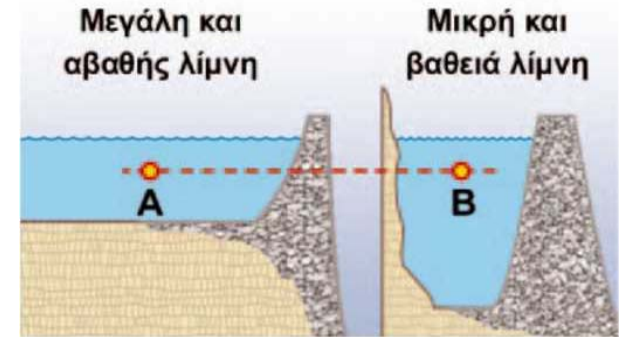
- Η υδροστατική πίεση οφείλεται στο βάρος του υγρού.
- Για να μετρήσω την υδροστατική πίεση χρησιμοποιώ το μανόμετρο
- Η πίεση σε βάθος h μέσα σε υγρό πυκνότητας ρ είναι:
 - ανεξάρτητη του προσανατολισμού
 - ανάλογη του βάθους h
 - ανάλογη της πυκνότητας ρ
 - ανάλογη της επιτάχυνσης της βαρύτητας

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$



Εφαρμογές

- Σε ποιο από τα σημεία Α ή Β είναι η πίεση μεγαλύτερη;
- Γιατί το νερό από τις τρύπες φεύγει με διαφορετική ταχύτητα;



Εφαρμογές

- Συγκοινωνούντα δοχεία (Δοχεία Pascal):
Γιατί η στάθμη του υγρού στα δοχεία της εικόνας βρίσκονται στο ίδιο ύψος;
- Ένα υποβρύχιο βρίσκεται σε βάθος 10m
 - Πόση είναι η υδροστατική πίεση σε αυτό το βάθος; ($g=10 \text{ m/s}^2$, $\rho=1020 \text{ kg/m}^3$)
 - Πόση δύναμη πρέπει να ασκήσει ένας ναύτης για να ανοίξει μία καταπακτή 0,5m επί 0,5m σε αυτό το βάθος;

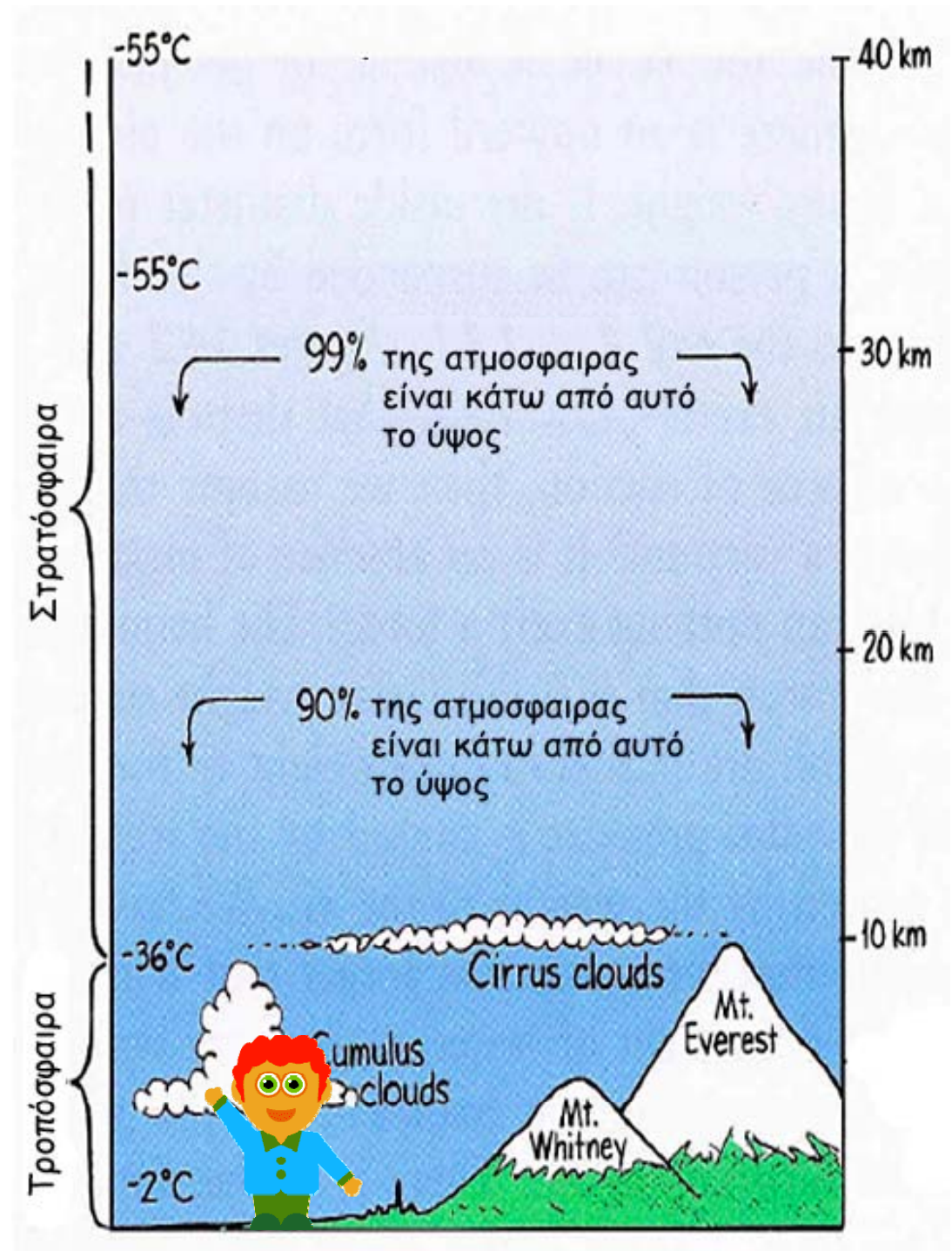
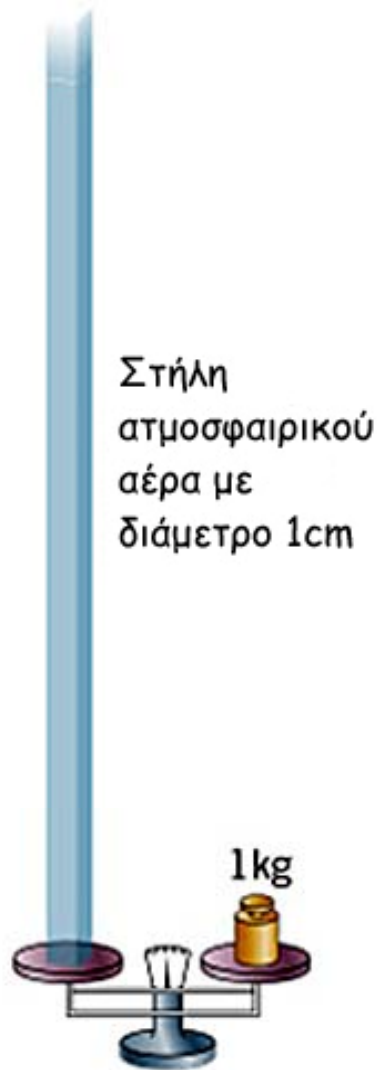


Ατμόσφαιρα

- Η ατμόσφαιρα είναι ένα λεπτό στρώμα αερίων που περιβάλλει τη Γη.
 - Βρίσκονται γύρω από τη Γη λόγω της βαρυτικής δύναμης
 - Σύνθεση: Άζωτο (78%), Οξυγόνο (21%), Άλλα αέρια (1%)
 - Εάν η Γη είχε μέγεθος μπάλας μπάσκετ, η ατμόσφαιρα θα είχε πάχος ενός φύλλου χαρτιού.
- Η Σελήνη έχει ατμόσφαιρα;
 - Όχι, η βαρύτητά της δεν είναι αρκετά ισχυρή να τη κρατήσει.



Ατμόσφαιρα



Ύπαρξη της Ατμοσφαιρικής Πίεσης

- Γιατί δυσκολεύομαι να τραβήξω την σακούλα μέσα από το μπουκάλι;
 - Με εμποδίζει μια δύναμη που ασκείται στην επιφάνεια της σακούλας: η ατμοσφαιρική πίεση
- Τα παιδιά μειώνουν την πίεση μέσα στο καλαμάκι επιτρέποντας στο βάρος της ατμόσφαιρας να σπρώξει την πορτοκαλάδα στο καλαμάκι.
 - Θα μπορούσαν να πιούν την πορτοκαλάδα με τον ίδιο τρόπο στη Σελήνη;

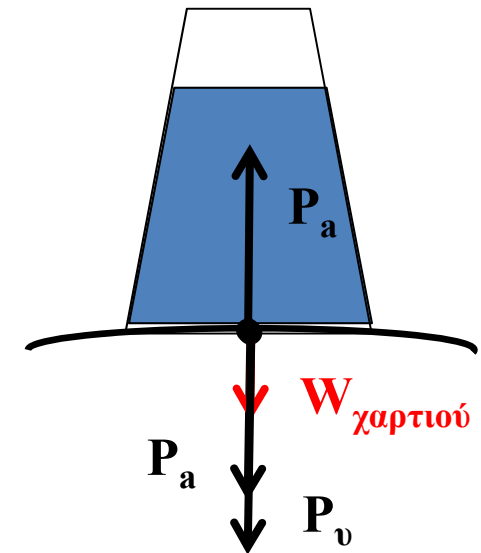
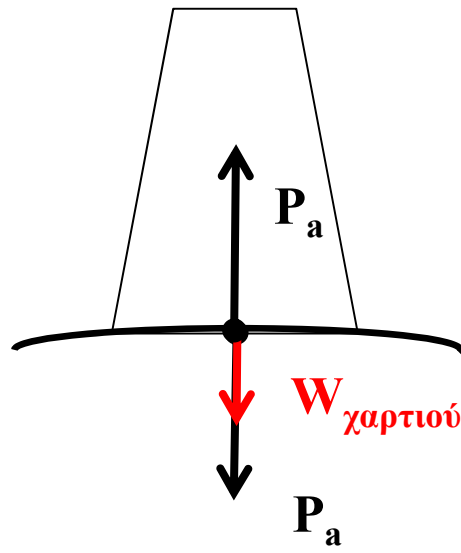
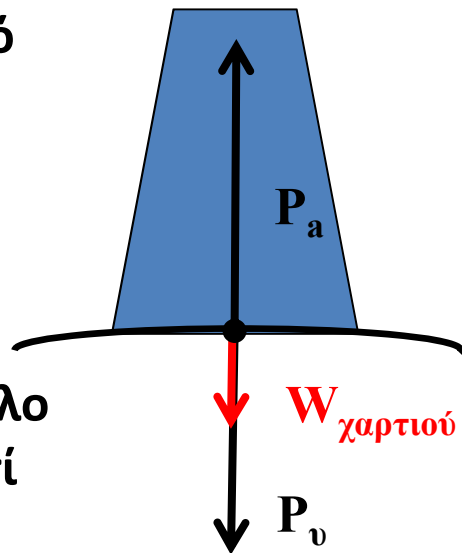


Μέτρηση Ατμοσφαιρικής Πίεσης

- Πως θα μετρήσουμε την ατμοσφαιρική πίεση;
 - Θα τη συγκρίνουμε με την υδροστατική πίεση που ξέρουμε να την υπολογίζουμε.

Ποτήρι με
Νερό

Φύλλο
χαρτί



Μέτρηση Ατμοσφαιρικής Πίεσης

Evangelista Torricelli (1608-1647),
Ιταλός φυσικός και μαθηματικός.



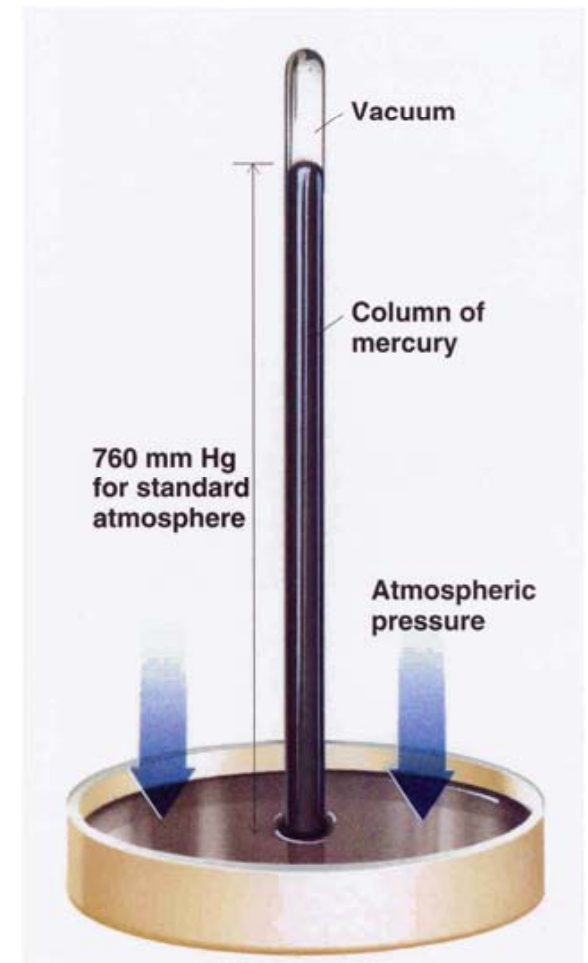
- Ο Torricelli γέμιζε όλο και μεγαλύτερους σωλήνες νερού (έφτασε μέχρι τα 5 μέτρα) αλλά πάλι το χαρτί δεν έπεφτε.
- Χρησιμοποίησε το υγρό με τη μεγαλύτερη πυκνότητα: Υδράργυρος (13.000 kg/m^3)
 - Στα 76cm ύψος υδράργυρου το χαρτί έπεσε.

$$P_{\text{atm}} = P_{\text{υδρ}} \Rightarrow P_{\text{atm}} = \rho_{\text{υδρ}} \cdot g \cdot h_{\text{υδρ}} =$$

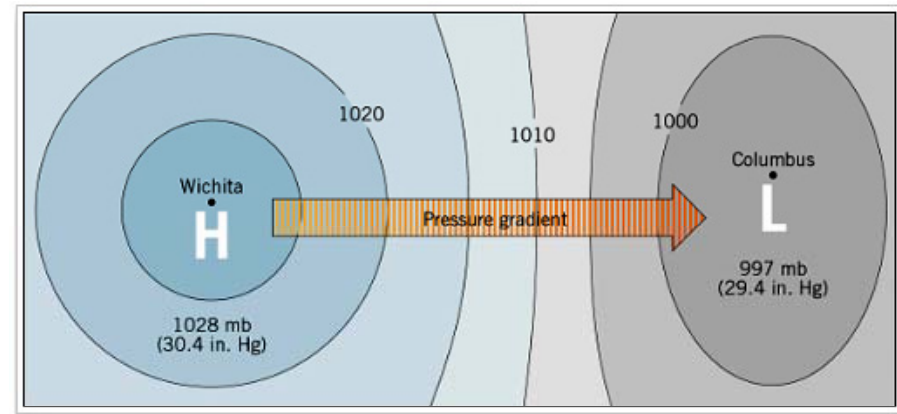
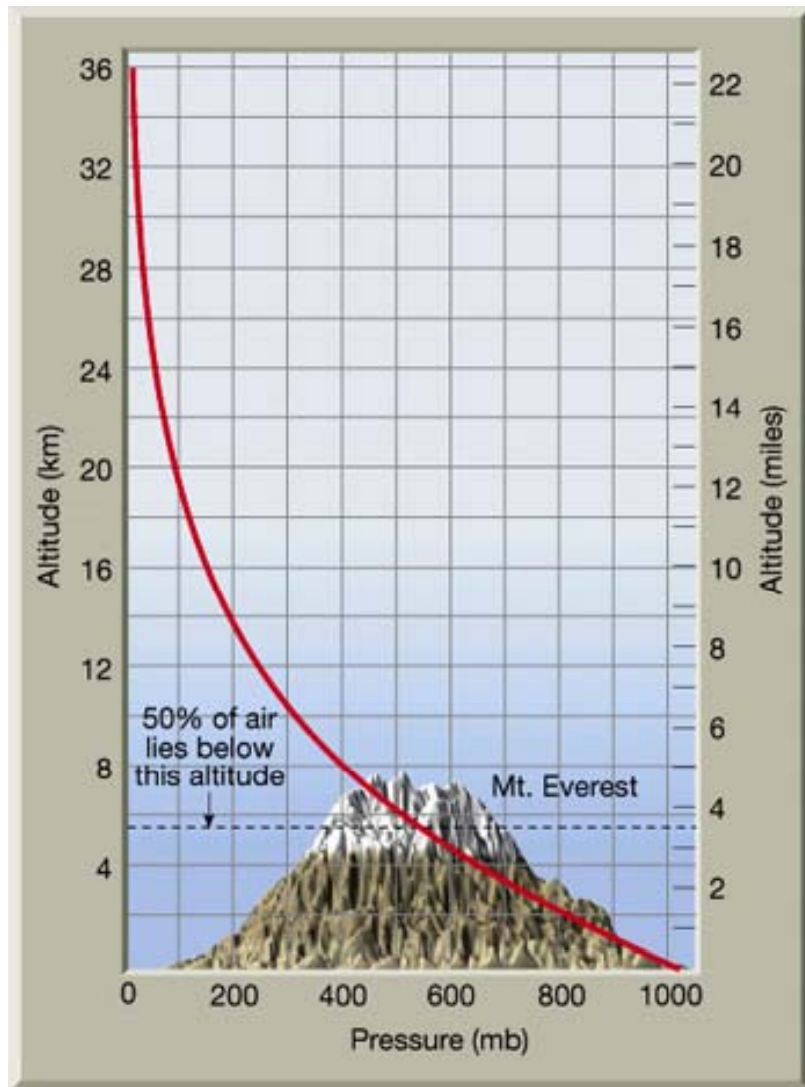
$$= 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,76 \text{ m} = 103360 \text{ Pa}$$

Βαρόμετρο

- Ο Torricelli για να μπορεί να μετράει μεταβολές χρησιμοποίησε τη διάταξη που φαίνεται στην εικόνα.
 - Γέμισε ένα σωλήνα με υδράργυρο
 - Τον αναποδογύρισε σε μία λεκάνη με υδράργυρο
 - Η υδροστατική πίεση στη βάση του σωλήνα με τον υδράργυρο θα είναι ίση με την υδροστατική πίεση
- **Βαρόμετρο:** το όργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης



Ατμοσφαιρική Πίεση και Υψόμετρο



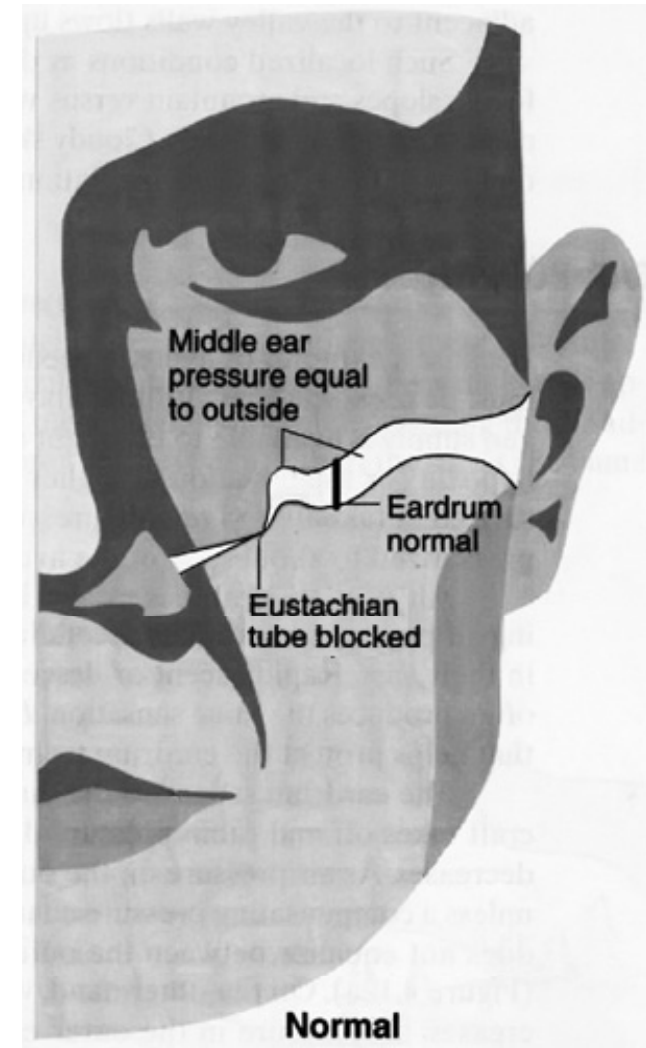
Οι μεταβολές στον καιρό προκαλούνται από τις διαφορές στην ατμοσφαιρική πίεση στα διάφορα μέρη της Γης. Ο αέρας και τα σύννεφα τείνουν να κινηθούν από περιοχές υψηλών (H: High) σε περιοχές χαμηλών (L: Low) πιέσεων έως ότου οι πιέσεις εξισωθούν.

Ατμοσφαιρική Πίεση

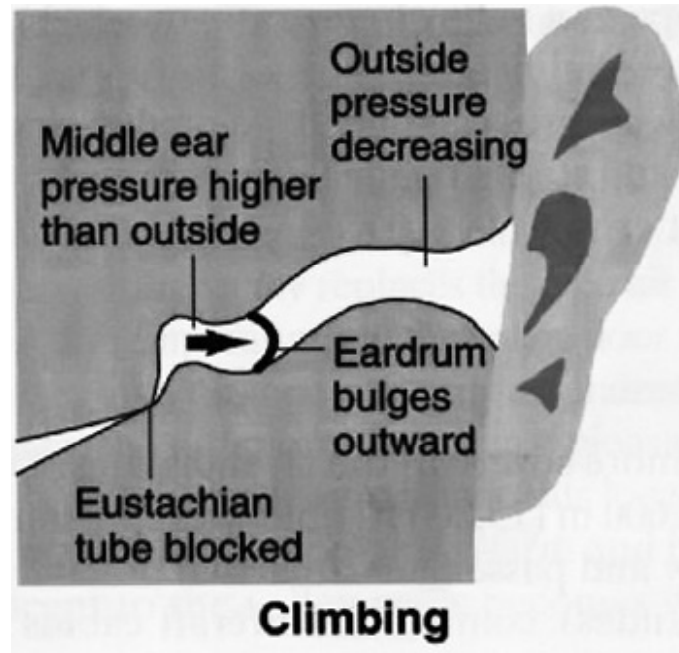
- Η ατμοσφαιρική πίεση ($\approx 100.000\text{Pa}$) είναι μικρή ή μεγάλη; Δώστε ένα παράδειγμα
 - Η πίεση που ασκούμε στο έδαφος όταν είμαστε όρθιοι είναι $\approx 25.000\text{ Pa}$.
- Γιατί δεν αισθανόμαστε τη ατμοσφαιρική πίεση;
 - επειδή είναι παντού η ίδια, σε όλες τις πλευρές (εσωτερική και εξωτερική όψη) των σωμάτων.
 - Η πίεση μέσα στα σώματα μας είναι η ίδια με τη εξωτερική όψη πίεσης.
- Αντιλαμβανόμαστε την ατμοσφαιρική πίεση μόνο όταν υπάρχει διαφορά πίεσης

Ανθρώπινο αυτί: Ανατομία

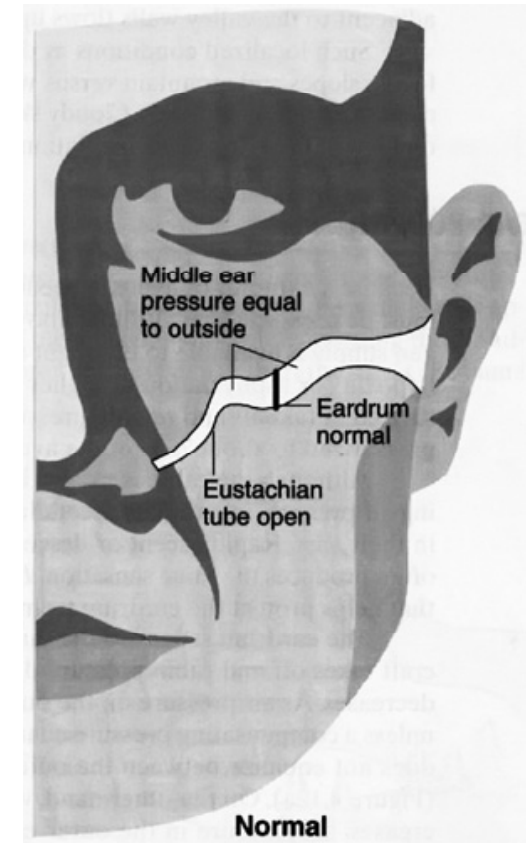
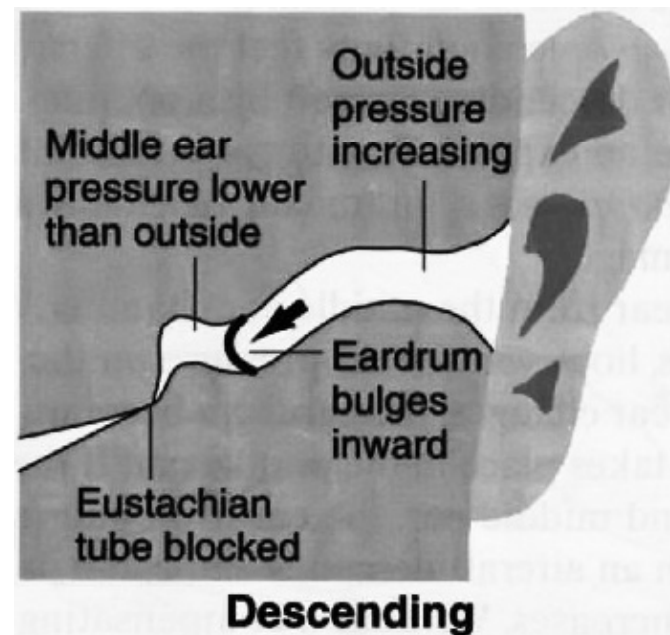
- Ευσταχιανή σάλπιγγα: Συνδέει το μέσο αυτί με το φάρυγγα και εξισορροπεί την πίεση μεταξύ περιβάλλοντος και μέσου αυτιού
 - Συνήθως είναι κλειστή και ανοίγει μόνο όταν καταπίνουμε



Κατά τη διάρκεια της ανάβασης, το τύμπανο πιέζεται προς τα έξω: η εξωτερική πίεση μειώνεται ενώ η πίεση στο μέσο αυτί παραμένει η ίδια.



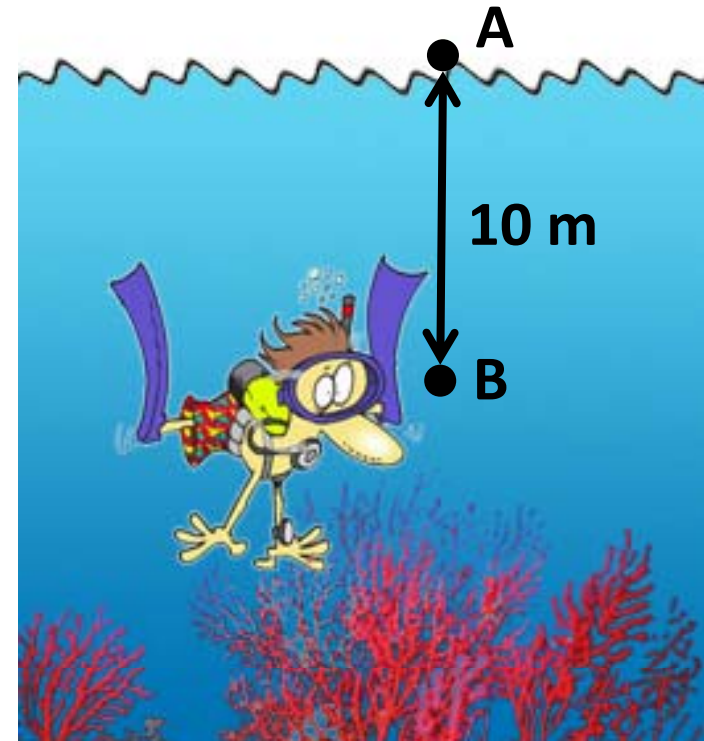
Κατά τη διάρκεια της καθόδου, το τύμπανο πιέζεται ως προς τα μέσα: η εξωτερική πίεση αυξάνεται ενώ η πίεση στο μέσο αυτί παραμένει η ίδια.



Άνοιγμα της ευσταχιανής σάλπιγγας εξισορροπεί την πίεση στο μέσο και εξωτερικό αυτί και το τύμπανο ισιώνει

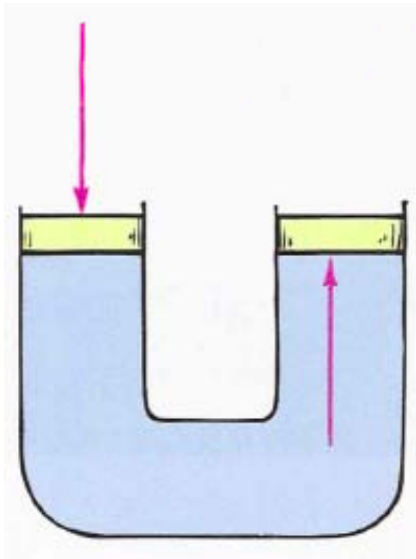
Πίεση και Υδροστατική Πίεση

- Πόσο είναι η **πίεση** στο σημείο A;
 - $P = P_{\text{ατμ}} \approx \mathbf{100.000 \text{ Pa}}$
- Πόσο είναι η **υδροστατική πίεση** στο σημείο B;
 - $P_{\text{υδρ}} = \rho \cdot h \cdot g \approx \mathbf{100.000 \text{ Pa}}$
- Πόσο είναι η **πίεση** στο σημείο B;
 - Πρέπει να λάβω υπόψη μου και την ατμοσφαιρική πίεση
 - $P = P_{\text{ατμ}} + P_{\text{υδρ}} \approx 100.000 \text{ Pa} + 100.000 \text{ Pa} = \mathbf{200.000 \text{ Pa}}$

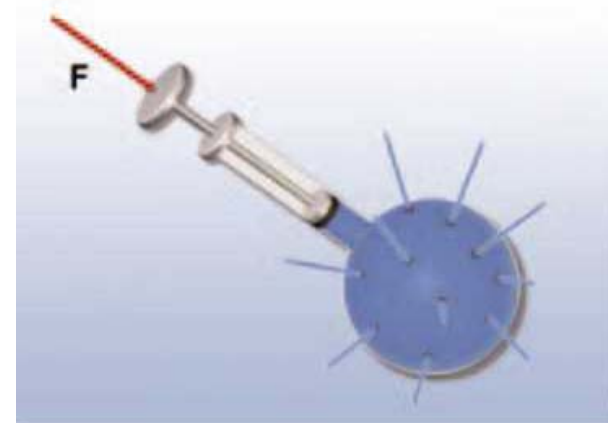


Αρχή του Pascal

- **Αρχή του Pascal:** Μια αλλαγή στην πίεση που ασκείται σε ένα ρευστό που ισορροπεί εκπέμπεται αμείωτο σε κάθε σημείο του υγρού και τα τοιχώματα του δοχείου.



Η δύναμη που ασκείται στο αριστερό έμβολο αυξάνει την πίεση στο υγρό και εκπέμπεται προς τα δεξιά έμβολο.

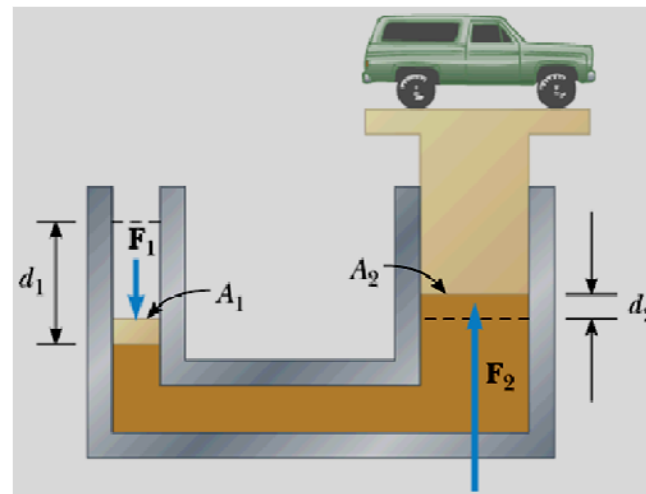
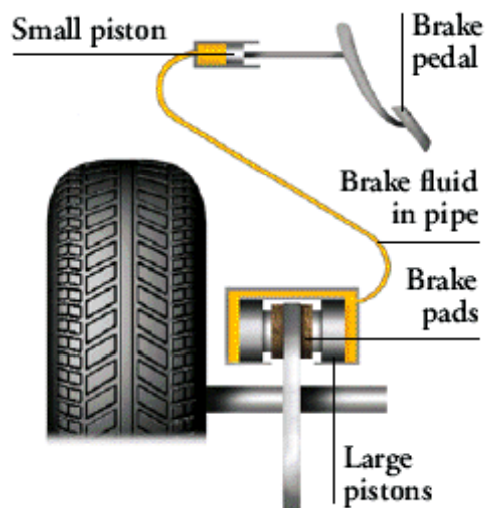


Αν πιέσουμε το έμβολο παρατηρούμε ότι το υγρό εκτοξεύεται με την ίδια ταχύτητα από όλες τις τρύπες.

Αρχή του Pascal - Εφαρμογές

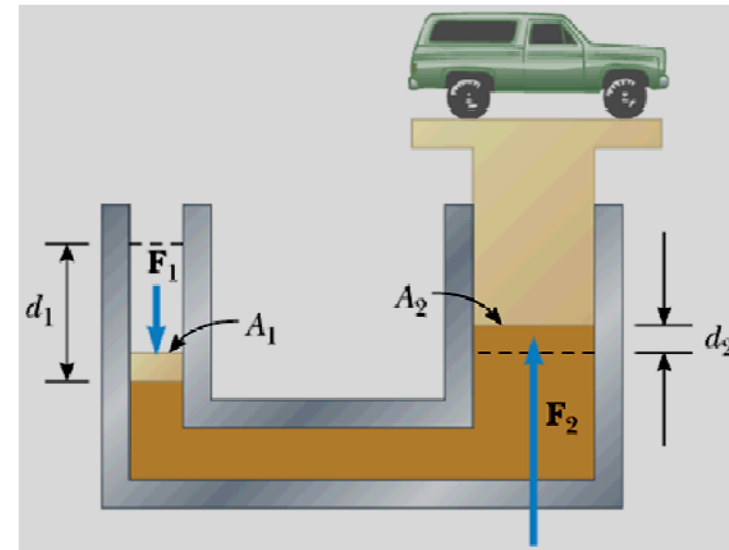
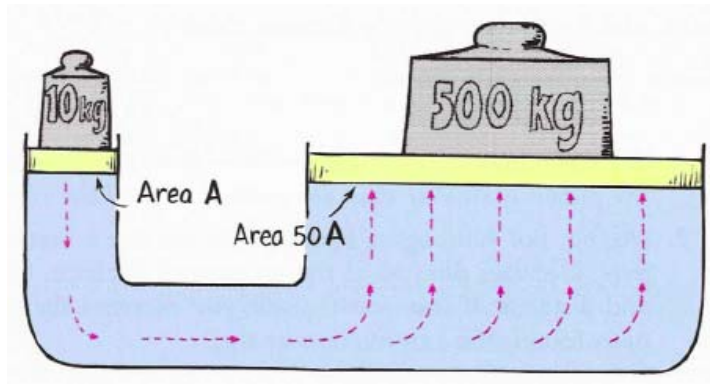
- Η αρχή του Πασκάλ ισχύει για κάθε ρευστό (υγρό ή αέριο). Όμως, εάν η πίεση εφαρμοστεί σε ένα αέριο, ο όγκος του αερίου θα αλλάξει.
- Για να είναι χρήσιμη η αρχή του Πασκάλ, το ρευστό θα πρέπει να είναι ασυμπίεστο υγρό, το οποίο θα διαβιβάζει την εφαρμοζόμενη πίεση χωρίς αλλάζει τον όγκο του.

Car brakes :



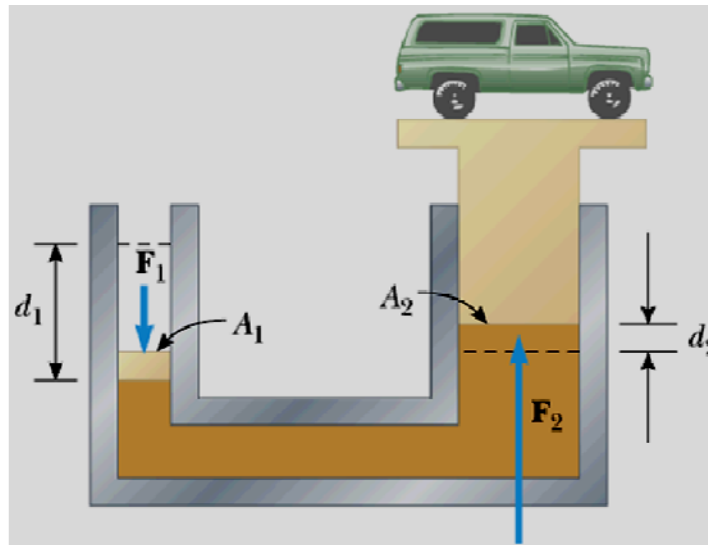
Εφαρμογές Αρχής Pascal: Υδραυλική Πρέσα

- Δύναμη F_1 εφαρμόζεται στην επιφάνεια A_1
- Πίεση P στα έμβολα: $P = F_1/A_1 = F_2/A_2$
- Δύναμη F_2 στην επιφάνεια A_2 είναι μεγαλύτερη από την F_1 κατά A_2/A_1 !!



Εφαρμογές Αρχής Pascal: Υδραυλική Πρέσα

- Το μικρό έμβολο της υδραυλικής πρέσας έχει επιφάνεια 3.00 cm^2 , και το μεγάλο έμβολο του έχει επιφάνεια 200 cm^2 .
 - Τι δύναμη πρέπει να εφαρμοστεί στο μικρό έμβολο για να ανυψώσω ένα αυτοκίνητο βάρους 15 kN ;
 - Θα μπορούσε το σωματικό βάρος σας να παρέχει αυτή τη δύναμη;

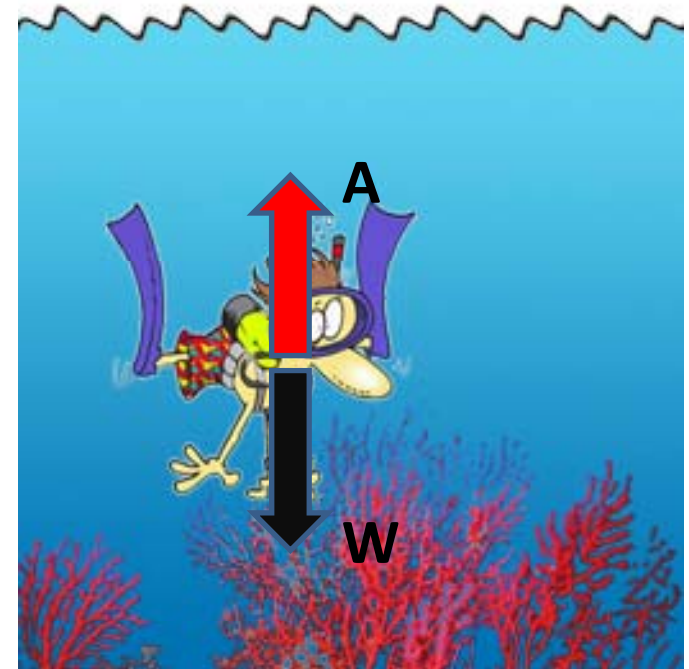


Εφαρμογές: Αρχή του Pascal



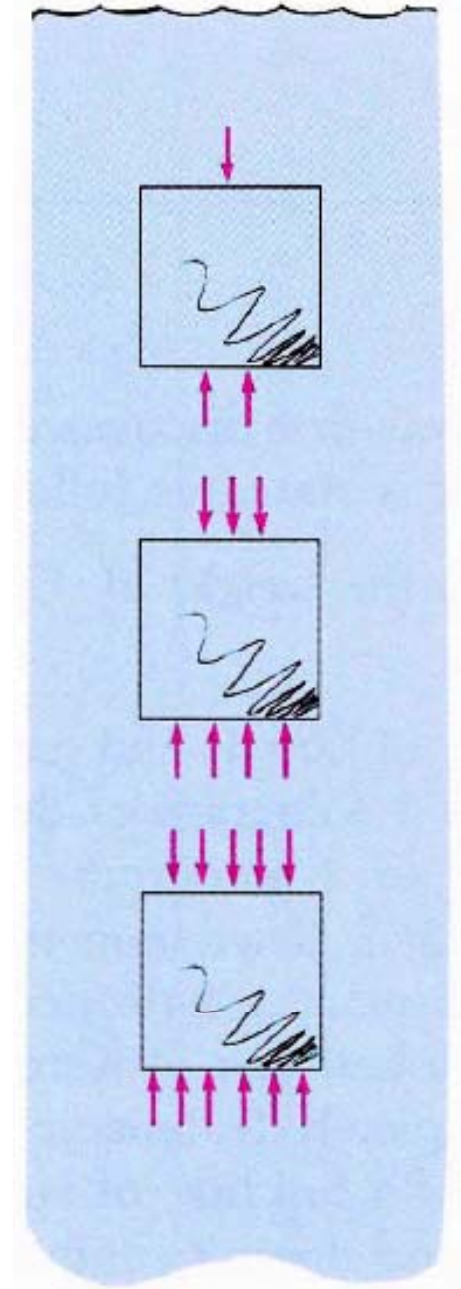
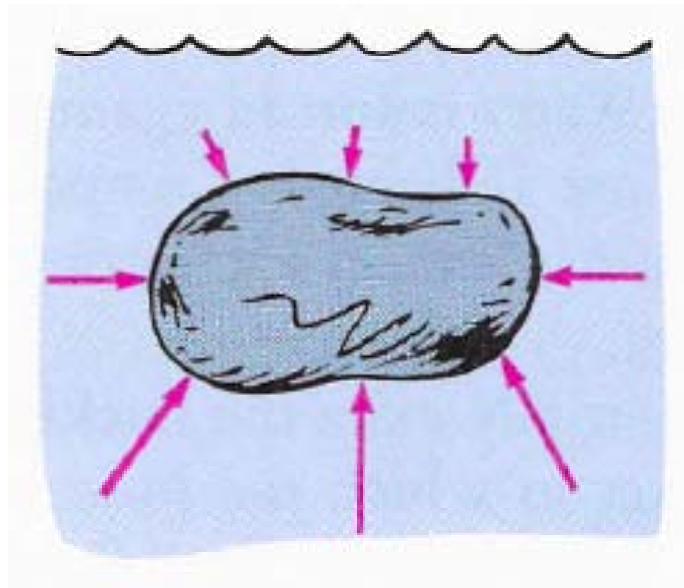
Άνωση

- Έχετε παρατηρήσει ότι τα αντικείμενα (ακόμα και το σώμα σας) μέσα στη θάλασσα ζυγίζουν λιγότερο.
 - Σημειώστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο παιδί.
- **Άνωση:** Η δύναμη που ασκείται στα σώματα που βρίσκονται μέσα σε ρευστά.
 - είναι κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω.
 - Η άνωση ασκείται και στα σώματα που βρίσκονται μέσα στον αέρα.

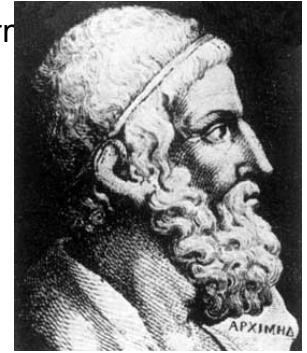


Που οφείλεται η Άνωση;

- Η διαφορά πίεσης (πάνω και κάτω μέρος) ενός βυθισμένου αντικείμενου παράγει μία έντονη ανοδική δύναμη (Άνωση).
- Αυτή η διαφορά είναι η ίδια σε οποιοδήποτε βάθος.



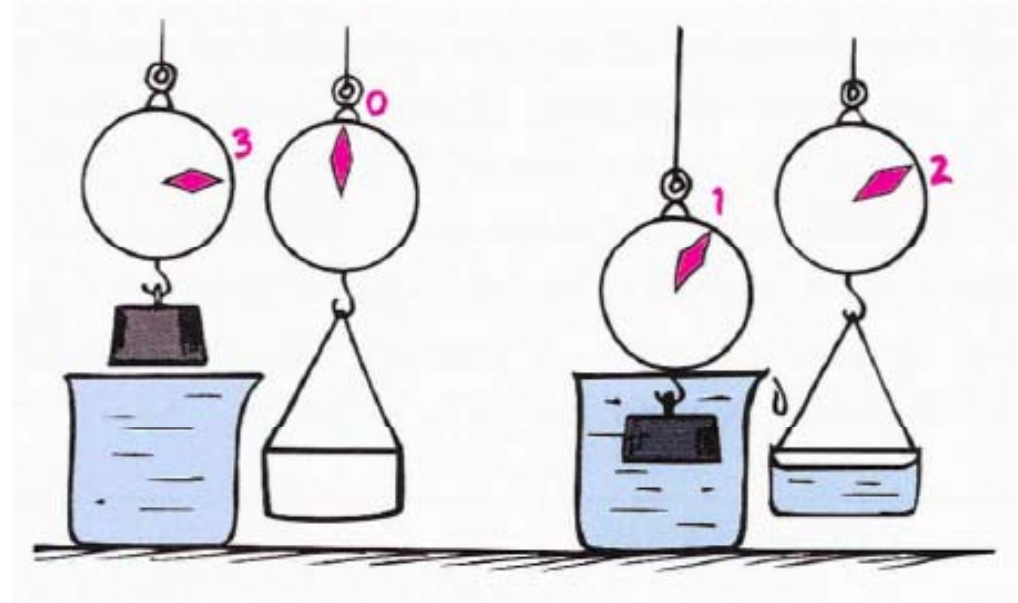
Αρχιμήδης: Έλληνας
μαθηματικός και φυσικός
(3ος αιώνας π.Χ.)



Αρχή του Αρχιμήδη

- Ο Αρχιμήδης παρατήρησε ότι το σώμα που βυθίζεται στο υγρό, καταλαμβάνει χώρο στον οποίο προηγουμένως υπήρχε υγρό.
 - Δηλαδή το σώμα εκτοπίζει το υγρό, οπότε η στάθμη του υγρού ανεβαίνει.
- **Αρχή του Αρχιμήδη:** Το μέτρο της δύναμης της άνωσης ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα

$$A = m_f \cdot g$$



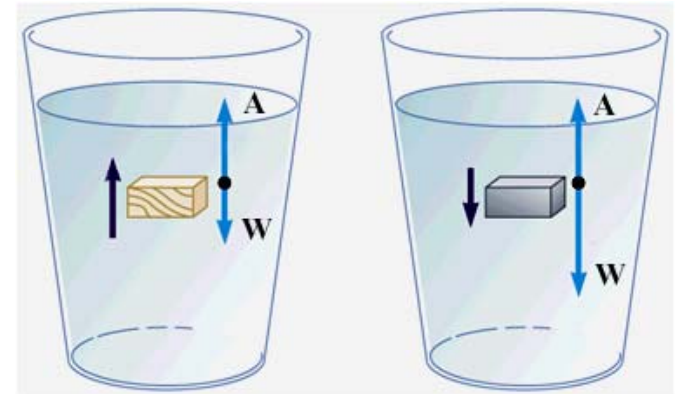
Συνθήκη Πλεύσης - Βύθισης

- Περίπτωση 1: Βυθισμένο αντικείμενο

Αν $A > W \Rightarrow$ σώμα κινείται προς επάνω

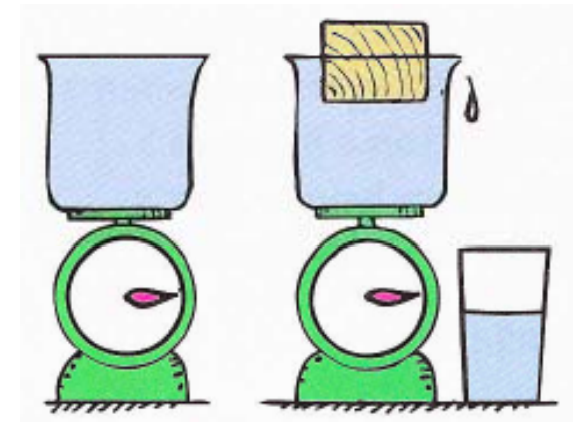
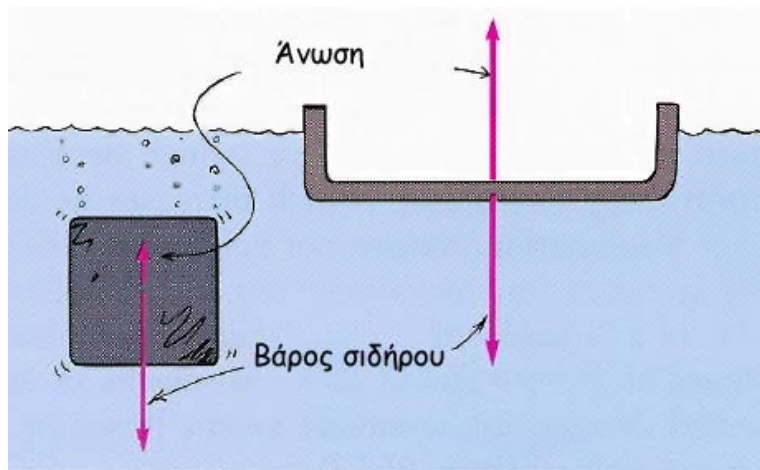
Αν $A < W \Rightarrow$ σώμα κινείται προς τα κάτω

Αν $A = W \Rightarrow$ σώμα ακίνητο (αιωρείται)



- Περίπτωση 2: Αντικείμενο που επιπλέει

- Η Άνωση που οφείλεται μόνο στο βάρος του εντοπιζόμενου υγρού θα είναι ίση με το βάρος



Συνθήκη Πλεύσης - Βύθισης

- Με τη βοήθεια των μαθηματικών η Άνωση υπολογίζεται:

$$A = m_f \cdot g = \rho_f \cdot V_f \cdot g$$

- Όμοια, το βάρος του σώματος υπολογίζεται:

$$W = m \cdot g = \rho_o \cdot V_o \cdot g$$

- Συνεπώς, η συνισταμένη δύναμη για σώμα που βρίσκεται μέσα σε ένα ρευστό θα είναι:

$$F_{o\lambda} = A - W = (\rho_f - \rho_o)V_o \cdot g$$

Συνθήκη Πλεύσης - Βύθισης

- Πως θα γνωρίζω αν ένα σώμα θα επιπλέει (πλεύση) ή θα βυθίζεται (βύθιση) σε ένα ρευστό;

$$F_{o\lambda} = A - W = (\rho_f - \rho_o)V_o \cdot g$$

Αν $A > W \Rightarrow \rho_f > \rho_o \Rightarrow$ σώμα κινείται προς επάνω

Αν $A < W \Rightarrow \rho_f < \rho_o \Rightarrow$ σώμα κινείται προς τα κάτω

Αν $A = W \Rightarrow \rho_f = \rho_o \Rightarrow$ σώμα ακίνητο (αιωρείται)

Συνθήκη Πλεύσης - Βύθισης

- Η Συνθήκη Πλεύσης – Βύθισης ισχύει για όλα τα σώματα (ακόμα και ρευστά) που βρίσκονται μέσα σε ρευστά (νερό, αέρας κτλ).



Ασκήσεις

- Σε ποια θέση χρειαζόμαστε μεγαλύτερη δύναμη για να κρατήσουμε το τούβλο στη θέση του:
 - Στη θέση Α, Στη θέση Β, Την ίδια
- Τα ποτήρια Α και Β της εικόνας έχουν νερό μέχρι το ίδιο ύψος. Επιπλέον, το ποτήρι Β έχει παγάκια που επιπλέουν.
 - Ποιο ζυγίζει περισσότερο;
 - Όταν λιώσουν τα παγάκια, που θα είναι περισσότερο το νερό;

