

# ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

Στατική των ρευστών (Υδροστατική)

Τι είναι τα ρευστά - Γενικά

Πυκνότητα – Πίεση

Μεταβολή της πίεσης συναρτήσει του βάθους

Αρχή του Pascal – Υδροστατική πίεση

Ατμοσφαιρική πίεση

Απόλυτη & διαφορική πίεση

Άνωση

Αρχή του Αρχιμήδη

Ασκήσεις

Phys-  
ics  
ics  
ιλιε-

# Καταστάσεις της ύλης

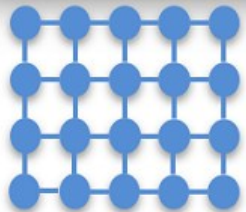
Στερεά

Υγρά

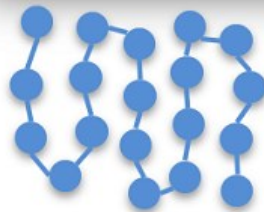
Αέρια

Πλάσμα

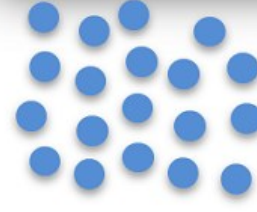
Solid



Liquid



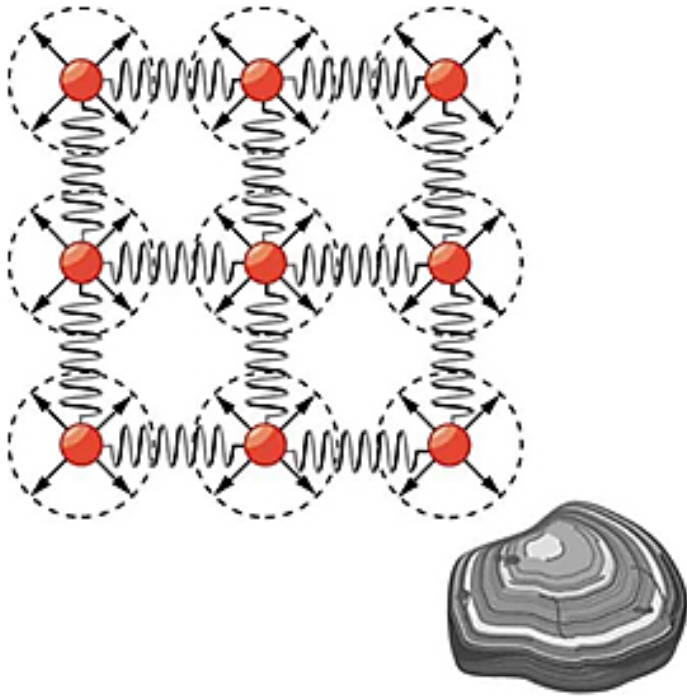
Gas



Plasma



# Στερεά κατάσταση

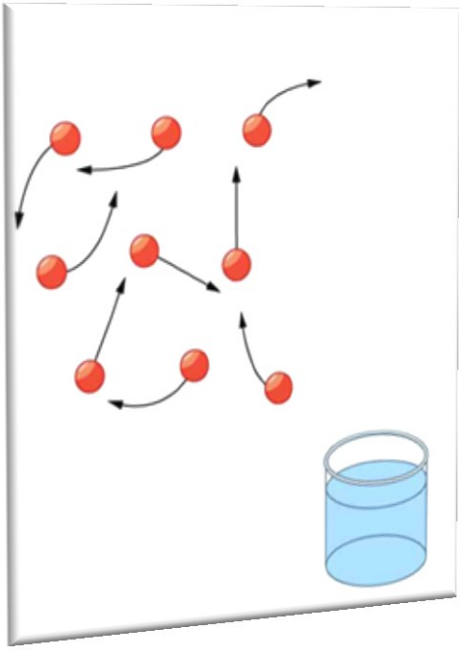


Στα **στερεά** οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρές. Τα δομικά συστατικά τους ταλαντώνονται γύρω από συγκεκριμένες θέσεις, χωρίς να μπορούν να αλλάξουν θέση.

**Τα στερεά** έχουν **συγκεκριμένο σχήμα και όγκο** που δύσκολα μεταβάλλονται.

**Τα στερεά διατηρούν το σχήμα τους** λόγω των δυνάμεων που συγκρατούν τα άτομα τους.

# Υγρή κατάσταση

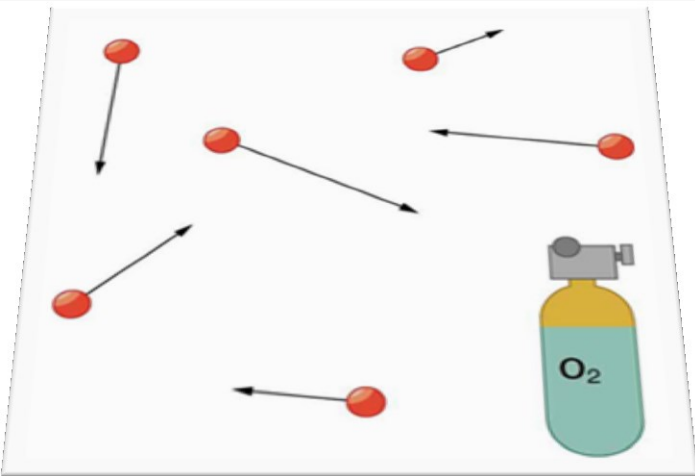


Στα υγρά οι διαμοριακές δυνάμεις είναι σημαντικές. Τα δομικά συστατικά μπορούν να αλλάξουν θέση αλλά δε μπορούν να αλλάξουν τη μεταξύ τους απόσταση.

Έτσι, τα υγρά δεν έχουν σχήμα, παίρνουν κάθε φορά το σχήμα του δοχείου τους, αλλά έχουν συγκεκριμένο όγκο.

Το νερό είναι ένα παράδειγμα υγρού. Μπορεί να ρέει, αλλά παραμένει επίσης σε ανοιχτό δοχείο λόγω των δυνάμεων μεταξύ των ατόμων του

# Αέρια κατάσταση



Στα αέρια οι διαμοριακές δυνάμεις είναι αμελητέες. Τα δομικά συστατικά είναι ελεύθερα.

Έτσι, τα αέρια δεν έχουν συγκεκριμένο σχήμα και όγκο.

Καταλαμβάνουν όλη την έκταση του δοχείου τους.

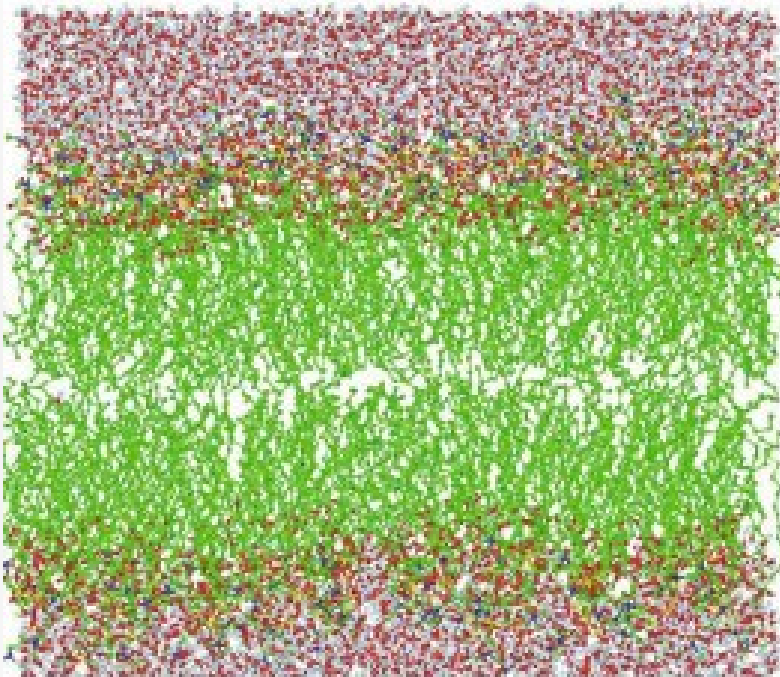
Ένα αέριο πρέπει να συγκρατείται σε κλειστό δοχείο, ώστε να μην μπορεί να μετακινηθεί ελεύθερα

# Πλάσμα



- **Ιονισμένο αέριο**
- Καλός αγωγός του ηλεκτρισμού
- Επηρεάζεται από μαγνητικό πεδίο
- Έχει αόριστο σχήμα και όγκο

# Βιολογικά υλικά



Μοντέλο κυτταρικής μεμβράνης

- **Χαρακτηριστικά υγρής και στερεάς κατάστασης**
- **Υγροί κρύσταλλοι:** αν και τα μόρια παρουσιάζουν τάξη στη δομή τους μπορούν να «περάσουν» το ένα πάνω από το άλλο: ροή
- **Gels:** κυτταρόπλασμα

# Ρευστά



Με τον όρο ρευστά  
θεωρούμε την **υγρή και**  
**αέρια μορφή της ύλης**



Helium

Ιδιότητα: Τα ρευστά παίρνουν το σχήμα του χώρου στον οποίο περιέχονται

# Ρευστά

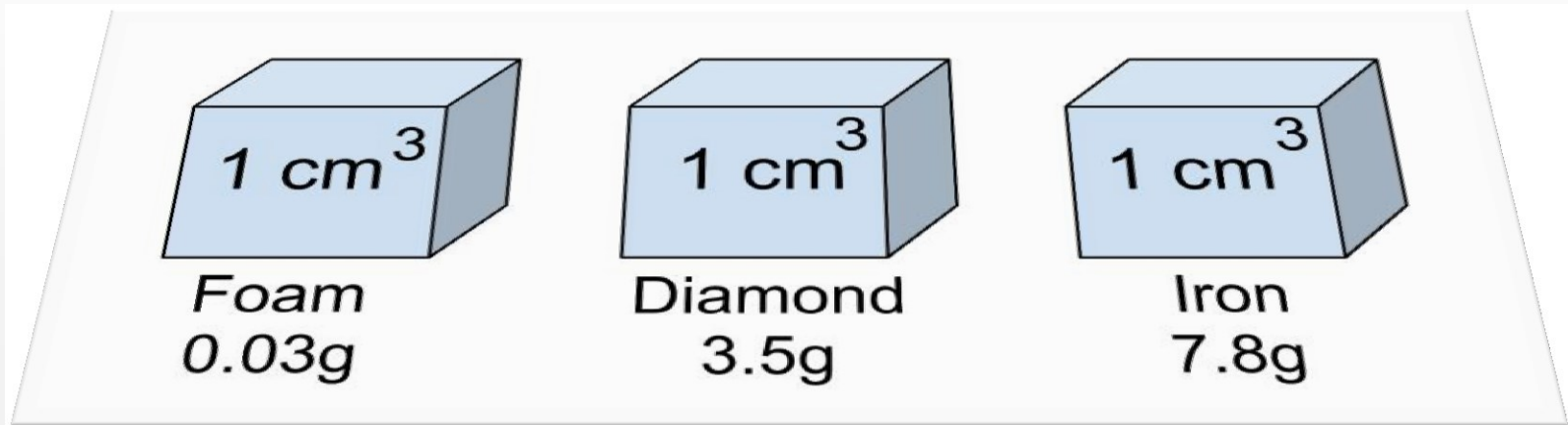
Στα ρευστά περιλαμβάνονται  
και τα υγρά και τα αέρια.  
Ποια είναι η διαφορά τους;

**Αέρια: Η πίεση και ο όγκος συνδέονται με το νόμο των  
ιδανικών αερίων:**

Νόμος των Boyle - Mariotte: Ο όγκος ορισμένης  
μάζας ιδανικού αερίου είναι υπό σταθερή  
θερμοκρασία,  $\theta$ , αντιστρόφως ανάλογος προς  
την πίεση του αερίου (**Συμπίεση**)

**Υγρά: Ο όγκος τους δεν μεταβάλλεται με την πίεση  
(Σχεδόν ασυμπίεστα)**

# Πυκνότητα



Η **πυκνότητα** είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα της ύλης

Η **πυκνότητα** ενός υλικού είναι η σχέση μεταξύ της μάζας και του χώρου που χρειάζεται (όγκος).

**Υλικά με τον ίδιο όγκο αλλά με διαφορετική μάζα έχουν διαφορετικές πυκνότητες.**

# Πυκνότητα

Ως πυκνότητα υλικού ορίζεται η μάζα του ανά μονάδα όγκου

$$\rho = \frac{m}{V}$$

**Μονάδα πυκνότητας στο SI**

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{[Kg]}{[m^3]}$$

**Μονάδα πυκνότητας στο cgs**

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{[g]}{[cm^3]}$$

# Πίεση σε ρευστό



ηίτση σε ρευστό

$$P = \frac{F}{A} = \frac{[N]}{[m^2]} = [Pa]$$

Απόδειξη βεβαιότητας η ηίτση

εφ-1 στο βιβλίο είναι ίδιο με αυτό

# Αρχή του Pascal

## Αρχή του Pascal

Η πίεση που εφαρμόζεται σε ρευστό  
κλειστό σε υγρικό σύστημα, μεταδίδεται  
χωρίς απώβληση σε κάθε σημείο του  
ρευστού καθώς και στα τοιχώματα των  
δοχείων που το περιέχει.

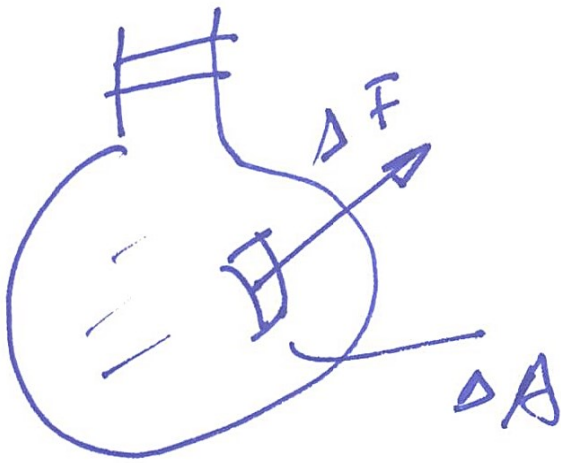
# Πίεση σε ρευστό

Η πίεση είναι αριθ. μέγεθος - δεν έχει  
διεύθυνση

Η δύναμη που ασκείται από  
το ρευστό, ομοιόμορφα, σε  
επιπέδους που είναι ταχύτητα  
των τοιχείων ηρέα να  
είναι κάθετη προς αυτά.

( Αν υπάρχει ομοιόμορφα εξάτο αέριο  
συνιστά της δύναμης, τότε δε γίνεται  
κίνηση του ρευστού - ενώ όπως  
αναφέραμε σε στατικό ρευστό ).

# Πίεση σε ρευστό



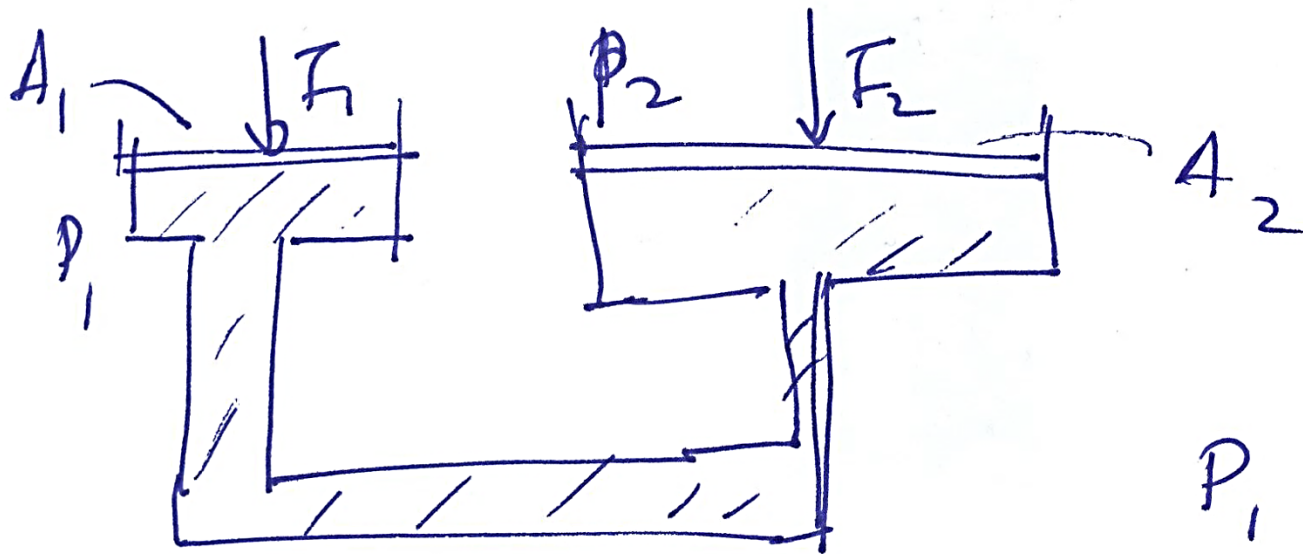
$\Sigma x-2$

Αν λάβουμε ένα στοιχείο  $\Delta A$  στην  
επιφάνεια του δοχείου ( $\Sigma x-2$ )  
@ η δύναμη  $\Delta F$  που ασκείται σε αυτό το  
στοιχείο το ρευστό είναι κάθετη  
τότε:

$$\lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} = p$$

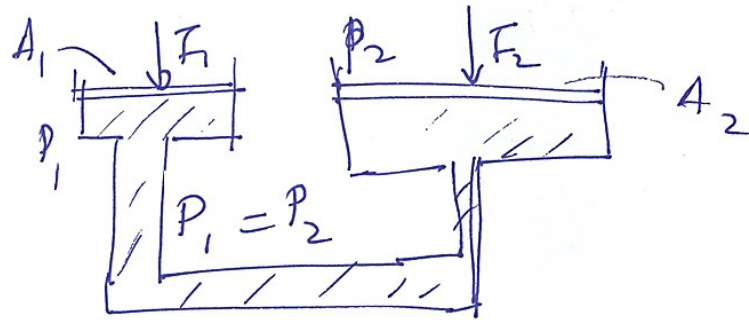
# Αρχή του Pascal

Φελοτόπι - Υδραυλικό Πιεστοπίο



$$P_1 = P_2$$

# Αρχή του Pascal



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{or} \quad \frac{A_2}{A_1} = 100 \quad \text{για να παράσχει}$$

τόση η  $F_1$  θα είναι 100 φορές  
 μικρότερη της  $F_2$

Ανλ. Θα μπορούσε να βάλω στο  
 1<sup>ο</sup> ~~Απόδο~~ <sup>εμβαδο</sup> ~~Απόδο~~ <sup>για</sup> ~~10 kg~~ <sup>10 kg</sup>  $\omega$   
 στο 2<sup>ο</sup> 1000 kg 10 kg

# Πίεση σε ρευστό

3

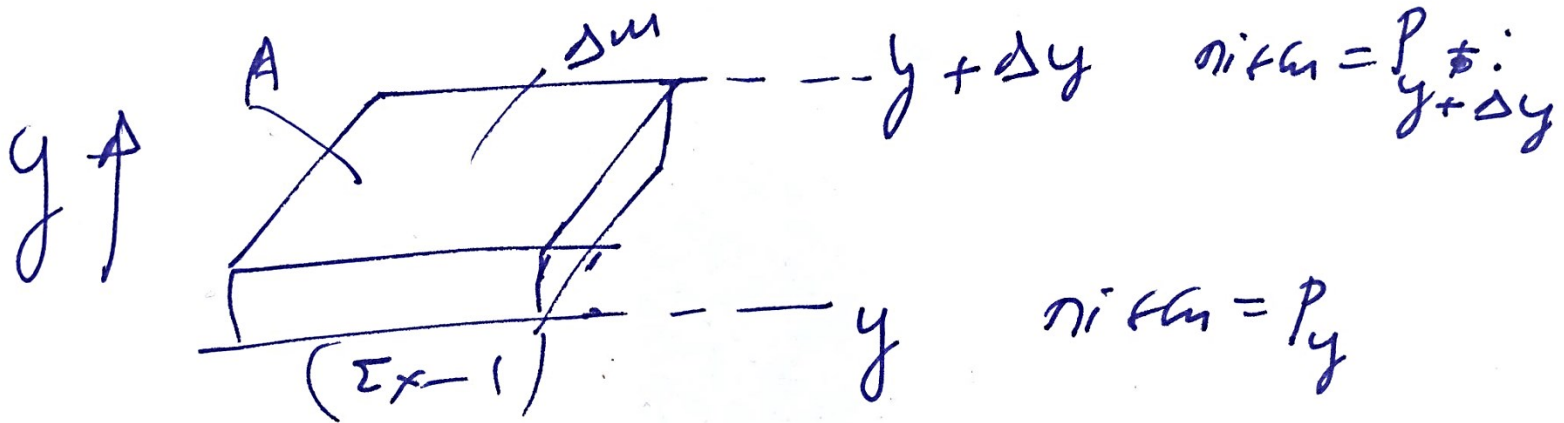
Η πίεση ηδρουνεία βάρυντας

δίνεται όσο αποκαρυνόμαστε (Βυθίζομαστε)  
δίο των φαιόμερη φαιόανα του ρευστού,  
(υγρού)

Έστω στήλη υγρού ήττα σε υγρό

# Πίεση σε ρευστό

Έστω στήλη υγρού ύψους  $h$  μέσα σε υγρό



- Μάζα στήλης  $= \Delta m$

- Μάζα πυκνότητα υγρού  $= \rho$

## Πίεση σε ρευστό

$$\text{Επομένως : } \Delta m = A \cdot \Delta y \cdot \rho$$

$$\text{α) } \rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \Rightarrow$$

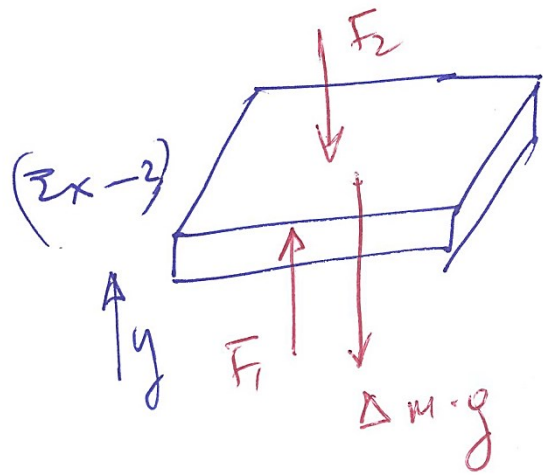
$$\text{β) } \Delta V = A \cdot \Delta y$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\Delta m}{A \cdot \Delta y} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta m = A \cdot \Delta y \cdot \rho$$

Οι συνθήκες που εφαρμόζονται στη  
στητή ξεκινούν στο  $(\Sigma x - 2)$

# Πίεση σε ρευστό



$\Delta m \cdot g$  το βάρος  
της στοιχείου

$F_1$  → Η δύναμη από  
το υγρό στην  
βύθην (υάδρην)

$F_2$  → Η δύναμη από  
το υγρό στην  
επιφάνεια

Η στοιχείου βρίσκεται  
σε κατάσταση ισορροπίας  
επομένως :

$$F_1 - F_2 - \Delta m \cdot g = 0$$

# Πίεση σε ρευστό

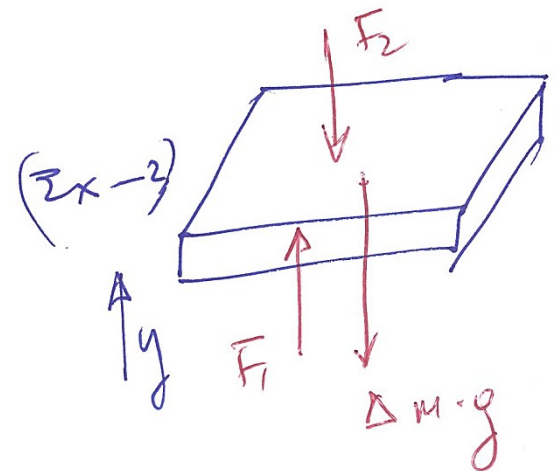
οπως  $p_y = \frac{F_1}{A} \Rightarrow F_1 = p_y \cdot A$

$\rho p_{y+\Delta y} = \frac{F_2}{A} \Rightarrow F_2 = p_{y+\Delta y} \cdot A$  @  $\Delta m = A \cdot \Delta y \cdot \rho$

Αντικαθιστώντας :

$$p_y \cdot A - p_{y+\Delta y} \cdot A - A \Delta y \cdot \rho \cdot g = -$$

$$\Rightarrow \frac{p_{y+\Delta y} - p_y}{\Delta y} = -\rho \cdot g$$



# Πίεση σε ρευστό

$$\rho \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{p_{y+\Delta y} - p_y}{\Delta y} = \boxed{-\rho \cdot g = \frac{dp}{dy}}$$

(5)

Υδροστατική πίεση

Υπάρχει λόγω της βαρύτητας

χωρίς βαρύτητα δεν υπάρχει υδροστατική πίεση.

# Πίεση σε ρευστό

$$\boxed{-\rho \cdot g = \frac{dP}{dy}}$$

Αν  $P_1$  @  $P_2$  είναι η πίεση σε ύψος

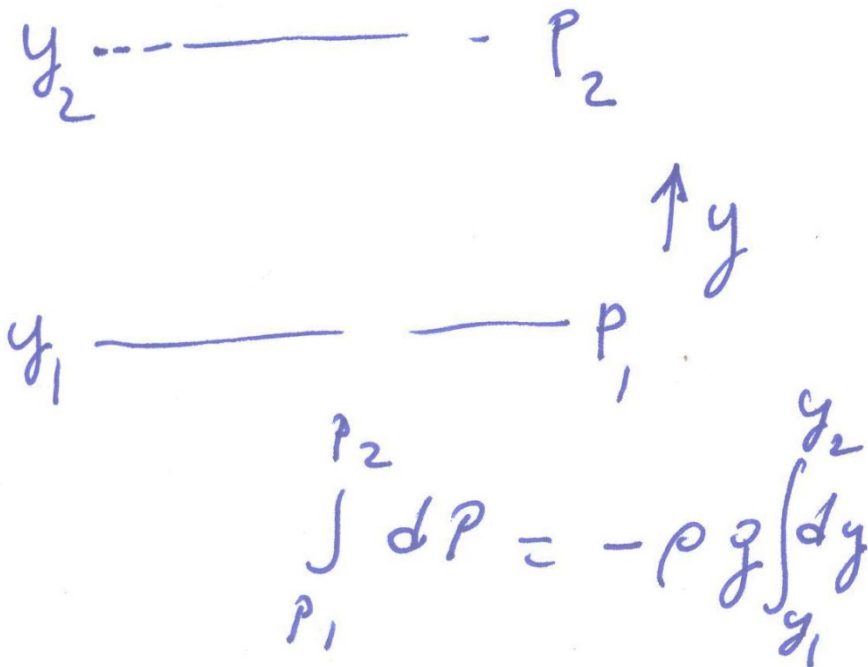
$y_1$  @  $y_2$  αντίστοιχα

@ το  $\rho$  @  $g$

σταθερά, τότε

από την **ΤΡΑΧΥΤΑΙΔ**

έχουμε έγκυρα:



$$\Rightarrow \boxed{P_2 - P_1 = -\rho g (y_2 - y_1)}$$

## Πίεση σε ρευστό

$$P_2 - P_1 = -\rho g (y_2 - y_1)$$

Η σταθερά είναι πάντα  
ο νόμος του Pascal.

Μπορείτε να την γράψετε ως:

$$P_1 - P_2 = \rho g (y_2 - y_1)$$

## Πίεση σε ρευστό

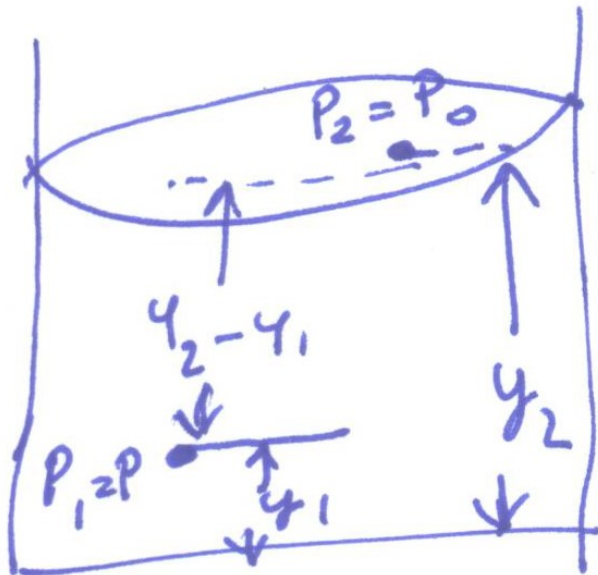
$$P_1 - P_2 = \rho g (y_2 - y_1)$$

Από την παραπάνω εξίσωση φαίνεται ότι

$$\text{αν } y_2 - y_1 > 0$$

τότε η πίεση  $P_1 > P_2$

# Πίεση σε ρευστό



εφαρμόζουμε την εξίσωση

για ένα υγρό ήλιο σε  
δυναμικό (βλ. επόμενη σελίδα)

σχετίζουμε το σημείο 1 με  
ολοκληρωτική σταθερά  $\omega$  έτσι  
η πίεση είναι  $P_1 = P$ .

σχετίζουμε το σημείο 2  
στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού

$P_2 = P_0$  (ατμοσφαιρική πίεση)

$$\text{τότε: } P_0 - P = -\rho g (y_2 - y_1)$$

## Πίεση σε ρευστό

$$\Rightarrow P = P_0 + \rho \cdot g (y_2 - y_1) = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

όπου  $h = y_2 - y_1$

Η πίεση  $P$  σε βάθος  $h$  είναι

η φέρουσα δύναμη κλι των ηίτων  $P_0$  στων  
επιστάντων ματὰ ηο σόττητα  $\rho g h$ .

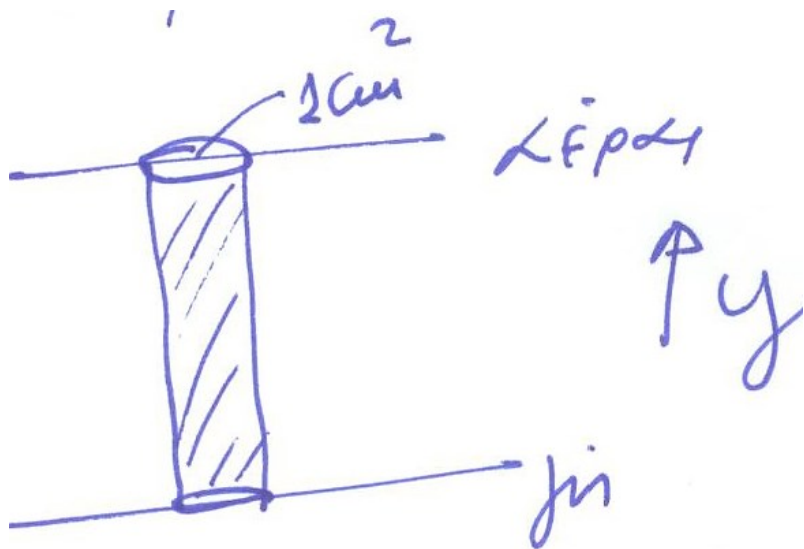
## Πίεση σε ρευστό

$$\text{Η σχέση } P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

Εξηγεί ότι αν αυξηθούν των  
πίεση  $P_0$  στην επιφάνεια επιφανεία  
π.χ. επιβάλλοντα ένα υγρό που εφάρμο-  
ζει κατά στο δοχείο, τότε η πίεση  
 $P$  σε οποιοδήποτε βάθος αυξάνεται  
κατά το ίδιο ποσό ανεξαρτήτως.  
Το σχήμα του δοχείου δεν έχει  
καμία επίδραση.

# Ατμοσφαιρική πίεση

## Ατμοσφαιρική πίεση



Κυβώ υδρού  
διατομής  $1\text{cm}^2$   
κρίο τω ενίστατα  
της  $p_1$  έξω  
το ύψος της  
ατμοσφαιράς (σχίση)

# Ατμοσφαιρική πίεση

Η δύναμη που τη υποστηρίζει που  
επιβάλλεται της δύναμης 6K επιβάλλεται  
 $1 \text{ cm}^2$  είναι  $1 \text{ kg} \rightarrow 10 \text{ N}$

$$P \approx \frac{1 \text{ kg}}{10 \text{ N}} / \text{cm}^2 \approx 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \text{ ατμόσφαιρα}$$

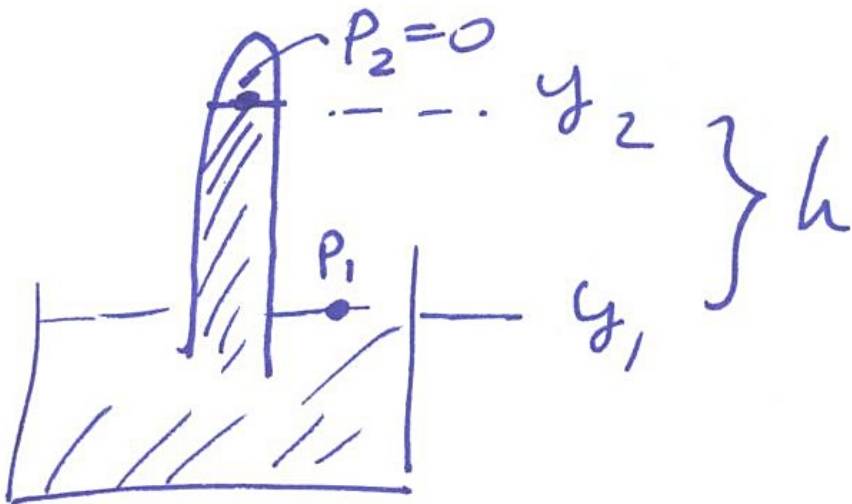
$$\left( \frac{10 \text{ N}}{\text{cm}^2} = \frac{10 \text{ N}}{(10^{-2} \text{ m})^2} = \frac{10 \times 10^4 \text{ N}}{\text{m}^2} = \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^5 \text{ Pa} \right)$$

καθίσταται ατμοσφαιρική πίεση

# Ατμοσφαιρική πίεση

Η ατμοσφαιρική πίεση μετράται  
επίσης βροχοπτώσις πίεση

Μέτρηση ατμοσφαιρικής πίεσης



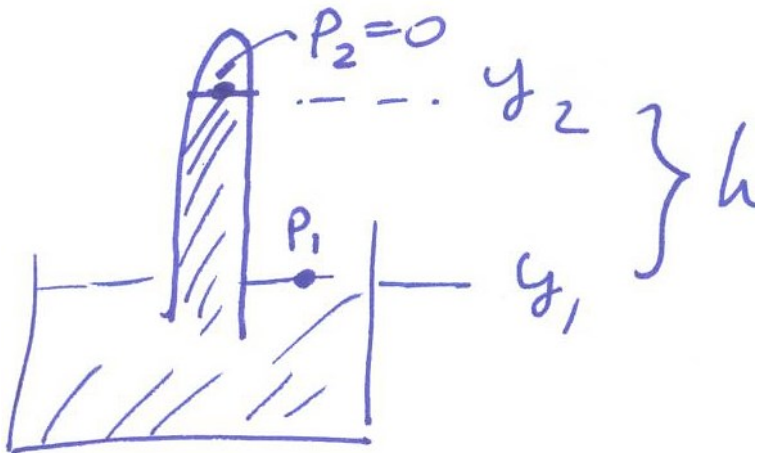
$\rho$  η πυκνότητα  
 $P_1$  είναι η  
ατμοσφαιρική  
(βροχοπτώσις)  
πίεση.

# Ατμοσφαιρική πίεση

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g (y_2 - y_1) = \rho \cdot g \cdot h$$

όπως  $P_2 = 0$

$$\Rightarrow \boxed{P_1 = \rho \cdot g \cdot h}$$



Αρκεί δηλαδή  
να ξέρω την  
αυκρότητα του  
υγρού @ το υψος  
της στήλης που  
δ' ατφβτι το υψός.  
δη να υπολογίσω

τη βαρομετρική  
ατμοσφαιρική πίεση

# Ατμοσφαιρική πίεση

- Ένα τίτλο ατμοσφαιρικής πίεσης  
στην αρχή του 17<sup>ου</sup> αιώνα από τον  
Torricelli, + γευστική του υδραργυρική  
βελόνη.

Χρησιμοποιείται ως μέτρο υδραργύρου  
στο πρώτο πραγματικό ατμοσφαιρικό

# Ατμοσφαιρική πίεση

η πυκνότητα  $\rho_{Hg}$

$$\rho_{Hg} = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$h \approx 0.76 \text{ m}$$

$$P_1 = 13.6 \times 10^3 \times g \times h =$$

$$= 13.6 \times 10^3 \times 10 \times 0.76 = 1.03 \times 10^5 \text{ Pa}$$

1 ατμ ορίζεται κυρίως ως

η πίεση που διατηρείται στο

βάζο  $Hg$  760 mm.

$$1 \text{ ατμόσφαιρα (atm)} = P_{\text{atm}} = 1.03 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1.03 \times 10^5 \text{ Pa}$$

# Μονάδες πίεσης

Μονάδες πίεσης:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$100 \text{ mb} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

PSI ή Pounds/in<sup>2</sup>

(mb → millibars)

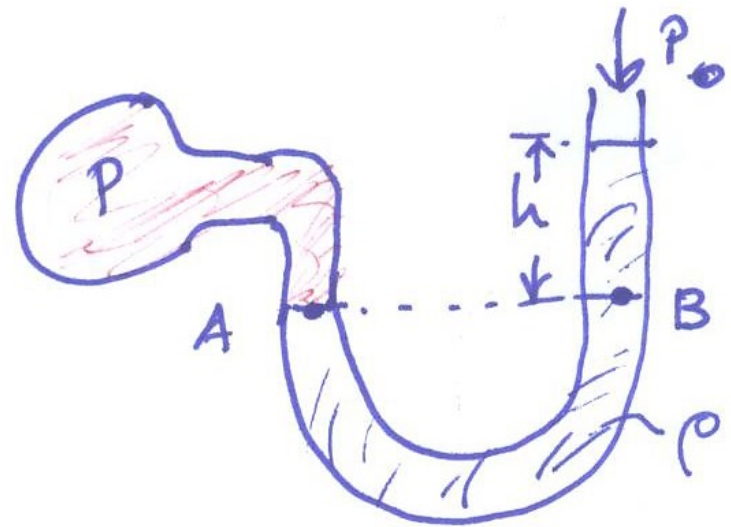
(in. → Ίντσες)  
inches

# Άλλες διατάξεις μέτρησης της πίεσης

Μία άλλη διατάξη μέτρησης

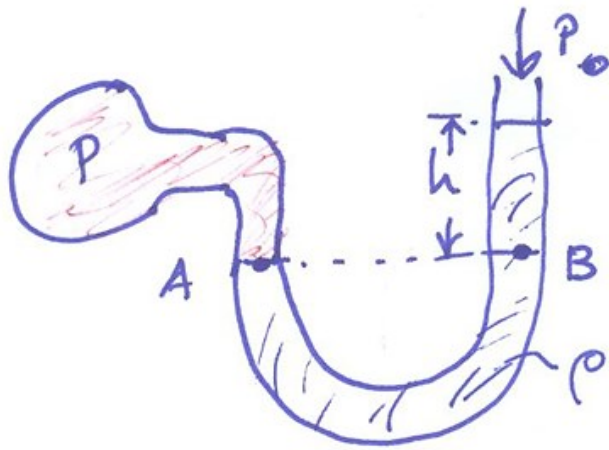
της πίεσης είναι το κανόμτρο

ανοιχτού σωλήνα



νοκίδης σωλήνα

# Ατμοσφαιρική πίεση

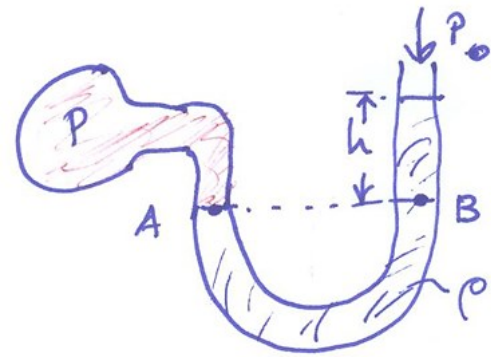


Ο υακιδής σωλήνας  
ηλεκτρι υπό,  
συνηθως Ηγ 'η  
νερό.

Το ένα των άκρο  
συνδέεται με το  
δοχείο στο οποίο

θέλουμε να μετρήσουμε την πίεση P,  
ενώ το άλλο των άκρο είναι ανοιχτό

# Ατμοσφαιρική πίεση



Στο σημείο B η πίεση είναι:

$$P_0 + \rho g h \quad (\rho \text{ η πυκνότητα του υγρού})$$

όμως,  $P_B = P_A = P$  (άγνωστη πίεση)

$$\therefore \boxed{P = P_0 + \rho g h}$$

(ορίστηκε η  
καθόλου πίεση)

Η πίεση  $P$  καλείται ΑΠΟΛΥΤΗ ΠΙΕΣΗ

©  $P - P_0$  είναι η ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ