

## 3.2.) Υγρά Σε Ισορροπία

πίεση<sup>1</sup> στα διάφορα σημεία του χώρου που καταλαμβάνει κά-ποιο υγρό και στα τοιχώματα του δοχείου μέσα στο οποίο περιέχεται οφείλεται ή στο βάρος του υγρού ή σε εξωτερικό αίτιο. Ως εξωτερικό αίτιο μπορούμε να θεωρήσουμε την πίεση που κάποιο έμβολο ασκεί σε μια περιοχή του υγρού. Η πίεση που μετράει το μανόμετρο στο δοχείο του [σχήματος 3.1](#) οφείλεται και στο βάρος του υγρού που περιέχεται στο δοχείο αλλά και στη δράση του εμβόλου.

### Υδροστατική πίεση

πίεση που οφείλεται στο βάρος του υγρού ονομάζεται υδροστατική πίεση.

υδροστατική πίεση έχει νόημα μόνο εφόσον το υγρό βρίσκεται μέσα σε πεδίο βαρύτητας.

σχέση που δίνει την υδροστατική πίεση σε κάποιο σημείο  $\Gamma$  του χώρου που καταλαμβάνει ένα υγρό σε ισορροπία είναι

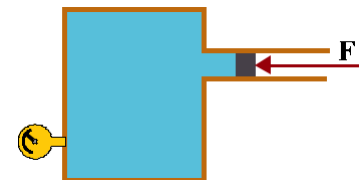
$$p = \rho gh \quad (\text{Θεμελιώδης νόμος της υδροστατικής})$$

όπου  $h$ : το βάθος του σημείου  $\Gamma$  (η απόσταση από την ανώτερη επιφάνεια του υγρού) και

$\rho$ : η πυκνότητα του υγρού.

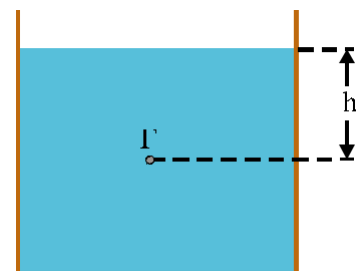
### Αρχή του Pascal (Πασκάλ)

Όταν ένα υγρό βρίσκεται εκτός πεδίου βαρύτητας, σε όλη του την έκταση επικρατεί η ίδια πίεση. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι



πίεση στα διάφορα σημεία ενός υγρού οφείλεται στο βάρος του και σε εξωτερικά αίτια.

Σχήμα 3-1.



υδροστατική πίεση σε βάθος  $h$  είναι  $\rho gh$ .

Σχήμα 3-2.

<sup>1</sup>Υπενθυμίζεται ότι η πίεση ορίζεται ως το πηλίκο του μέ-τρου της δύναμης που ασκεί-ται κάθετα σε μία επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφάνει-

$$\text{ας αυτής: } = \frac{dF}{dA}$$

Στο S.I. η πίεση μετριέται σε Pa (Pascal).  $1 Pa = 1 N / m^2$ .

πίεση που δημιουργεί ένα εξωτερικό αίτιο σε κάποιο σημείο του υγρού μεταφέρεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του.

**(αρχή του Pascal)**

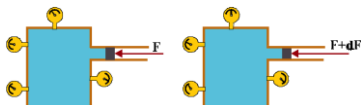
Για παράδειγμα, στο δοχείο του [σχήματος 3.3](#), τα μανόμετρα δείχνουν όλα την ίδια πίεση όταν το δοχείο βρίσκεται εκτός πεδίου βαρύτητας. Αν αυξηθεί η δύναμη που ασκείται στο έμβολο κατά  $F$  θα αυξηθεί και η πίεση σε όλα τα μανόμετρα κατά  $\frac{\Delta F}{A}$  ( $A$  εμβαδόν του εμβόλου).

Εάν τώρα το δοχείο βρίσκεται εντός του πεδίου βαρύτητας, η πίεση που δείχνουν τα μανόμετρα είναι διαφορετική στο κάθε ένα από αυτά ανάλογα με το βάθος στο οποίο βρίσκεται. Αν πάλι αυξηθεί η δύναμη που ασκείται στο έμβολο κατά  $F$  θα αυξηθεί και η πίεση σε όλα τα μανόμετρα κατά  $\frac{\Delta F}{A}$ .

**Σημείωση :** Αν κάποιο υγρό ισορροπεί σε ανοιχτό δοχείο, στην ελεύθερη επιφάνειά του ασκείται η ατμοσφαιρική πίεση. Έτσι η πίεση σε βάθος  $h$  θα είναι

$$p = p_{at} + \rho gh,$$

ακριβώς επειδή, όπως προβλέπει η αρχή του Pascal, η ατμοσφαιρική πίεση μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του υγρού.



(α)

(β)

Το δοχείο βρίσκεται εκτός πεδίου βαρύτητας. Η πίεση που δημιουργεί η δύναμη μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του υγρού (β) Αν αυξηθεί η δύναμη, η πίεση στο υγρό αυξάνεται ομοιόμορφα σε όλα τα σημεία του.

Σχήμα 3-3.

**Παράδειγμα 3.1**

Υδραυλικός ανυψωτήρας χρησιμοποιείται για την ανύψωση αυτοκινήτου βάρους  $w = 18000 \text{ N}$ . Πόση δύναμη πρέπει να ασκήσουμε στο μικρής διατομής έμβολο του [σχήματος 3.4](#) ώστε να πετύχουμε την ανύψωση με το μεγάλης διατομής έμβολο; Τα έμβολα είναι κυλινδρικά και έχουν ακτίνες  $r_1 = 4 \text{ cm}$  και  $r_2 = 20 \text{ cm}$  αντίστοιχα.

**Απάντηση :**

Σύμφωνα με την αρχή του Pascal η επιπλέον πίεση που οφείλεται στη δύναμη που ασκήσαμε στο μικρό έμβολο θα μεταφερθεί και στο με-γάλο.

$$\text{Άρα} \quad \Delta p_1 = \Delta p_2 = p \quad (3.1)$$

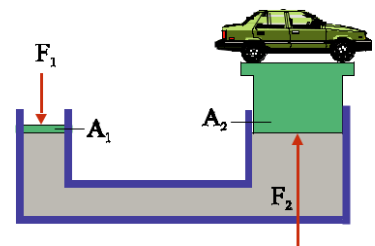
$$\text{Όμως} \quad \Delta p_1 = F_1 / A_1 \quad (3.2)$$

$$\text{και} \quad \Delta p_2 = F_2 / A_2 \quad (3.3)$$



Blaise Pascal (1623-1662). Γάλλος επιστήμονας και φιλό-σοφος. Ανήσυχος πνεύμα, πα-λινδρομούσε συνεχώς ανάμεσα στο θρησκευτικό του συναι-σθημα και τις επιστημονικές του ανησυχίες, προσπαθώντας να τα συμβιβάσει.

Εικόνα 3-1.



Σχήμα 3-4.

Αντικαθιστώντας τις (3.3) και (3.2) στην (3.1) προκύπτει

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

οπότε 
$$F_1 = F_2 \frac{A_1}{A_2}$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το μέτρο της  $F_2$  πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μέτρο του βάρους  $w$  του αυτοκινήτου, καταλήγουμε

$$F_1 = (18000N) \cdot \frac{\pi(4 \times 10^{-2} m)^2}{\pi(20 \times 10^{-3} m)^2} = 720 N$$