

### 4.3 Ατμοσφαιρική πίεση

#### 4.4 Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά. Αρχή του Πασκάλ

##### ΟΡΙΣΜΟΙ

Ατμοσφαιρικός αέρας ονομάζεται το μείγμα των αερίων που περιβάλλει τη Γη και αποτελεί την ατμόσφαιρά της.

Ατμοσφαιρική πίεση ονομάζεται η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας, λόγω του βάρους του σε κάθε επιφάνεια που βρίσκεται μέσα σ' αυτόν.  
(ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 1).

Πίεση μιας ατμόσφαιρας (1 atm) είναι η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας.

1 Torr ονομάζεται η υδροστατική πίεση που ασκεί στήλη υδραργύρου ύψους 1mm, δηλαδή 1 Torr = 1 mmHg.

Βαρόμετρα ονομάζονται τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης.

##### ΝΟΜΟΙ - ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

##### Αρχή του Πασκάλ

Κάθε μεταβολή της πίεσης σε οποιοδήποτε σημείο ενός περιορισμένου ρευστού που είναι ακίνητο, προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα τα σημεία του, δηλαδή μεταδίδεται αμετάβλητη σε όλα τα σημεία του:  $\Delta p_1 = \Delta p_2$ .

##### Υδραυλική αντλία ή πιεστήριο (αρχή λειτουργίας)

Σε μια υδραυλική αντλία ή πιεστήριο η πίεση διατηρείται σταθερή, ενώ η δύναμη πολλαπλασιάζεται τόσες φορές, όσες είναι ο λόγος του εμβαδού της μεγάλης

επιφάνειας προς το εμβαδόν της μικρής επιφάνειας:  $\Delta p_1 = \Delta p_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ .

##### Πίεση σε σημείο υγρού σε ανοιχτό δοχείο

Η συνολική πίεση σε οποιοδήποτε σημείο ενός υγρού, που βρίσκεται σε βάθος h από την ελεύθερη επιφάνειά του, είναι ίση με το άθροισμα της ατμοσφαιρικής και της υδροστατικής πίεσης:  $p_{ολ} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot h$ .

##### ΑΠΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

##### 1. Πείραμα παρόμοιο με τα ημισφαίρια του Μαγδεμβούργου.

Παίρνουμε δυο βεντούζες με ξύλινο στέλεχος (από αυτές που ξεβουλώνουμε τους νιπτήρες) και «κολλάμε» απότομα τη μια στην άλλη. Στη συνέχεια τραβάμε από τα ξύλινα στελέχη και παρατηρούμε ότι όσο και αν προσπαθήσουμε δεν μπορούμε να τις ξεκολλήσουμε. Αυτό οφείλεται στην πολύ μεγάλη δύναμη που ασκείται εξωτερικά λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης, ενώ εσωτερικά η πίεση είναι πολύ μικρή, αφού κατά το απότομο «κόλλημα» ένα μεγάλο μέρος του αέρα διαφεύγει και αφαιρείται.

##### ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

1. Ποια είναι τα δυο βασικά συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα και πώς μεταβάλλεται η πυκνότητα της ατμόσφαιρας;
2. Οι δυνάμεις λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης είναι πολύ μεγάλες. Γιατί τότε δεν συνθλίβεται ένα ανοιχτό άδειο πλαστικό μπουκάλι;
3. Να αναφέρετε υδραυλικές μηχανές στις οποίες βρίσκει εφαρμογή η αρχή του Πασκάλ.
4. Γιατί λέμε ότι ο υδραυλικός ανυψωτήρας αυτοκινήτων είναι ένα είδος «υδραυλικού μοχλού»;

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Χαρακτηρίστε τις προτάσεις σωστές ή λανθασμένες:

- α) Η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης εξαρτάται από το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας.
- β) Με το γνωστό του πείραμα ο Τορικέλι απέδειξε την ύπαρξη ατμοσφαιρικής πίεσης και ταυτόχρονα την υπολόγισε.
- γ) Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι  $p_{\text{ατμ}} = 76 \text{ cm}$ .
- δ) Μονάδα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το 1 N.
- ε) Δυνάμεις λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης συγκρατούν τη βεντούζα στον τοίχο.
- στ) Όταν ανέβουμε σε σχετικά μεγάλο ύψος, αισθανόμαστε πόνο στα αυτιά μας, λόγω της αύξησης της ατμοσφαιρικής πίεσης.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Το εμβαδόν του μικρού και του μεγάλου εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι  $A_1 = 1.000 \text{ cm}^2$  και  $A_2 = 100.000 \text{ cm}^2$  αντίστοιχα. Ένα σώμα βάρους  $w = 4.000 \text{ N}$  βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Πόση είναι η δύναμη  $F$  που πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί το σώμα;
2. Το εμβαδόν του μικρού και του μεγάλου εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι  $A_1 = 10.000 \text{ mm}^2$  και  $A_2 = 1.000 \text{ cm}^2$  αντίστοιχα. Ένα σώμα βάρους  $w = 500 \text{ N}$  βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Πόση είναι η δύναμη  $F$  που πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί το σώμα;
3. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο η δύναμη εκατονταπλασιάζεται. Αν το μικρό έμβολο είναι τετράγωνο πλευράς 2 cm, πόση είναι η πλευρά του επίσης τετράγωνου μεγάλου εμβόλου;
4. Ένα κυλινδρικό δοχείο περιέχει υδράργυρο πυκνότητας  $\rho = 13,6 \text{ g/cm}^3$ . Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $p_{\text{ατμ}} = 10 \text{ N/cm}^2$  και η ολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου  $p_{\text{ολ}} = 16,8 \text{ N/cm}^2$ , να υπολογίσετε το ύψος  $h$  του υδραργύρου μέσα στο δοχείο. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
5. Ένα κυλινδρικό δοχείο που έχει ύψος 20 cm και εμβαδόν πυθμένα  $0,1 \text{ m}^2$  είναι γεμάτο με υδράργυρο. Να υπολογίσετε την ολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου και τη δύναμη που δέχεται αυτός. Δίνονται η ατμοσφαιρική πίεση  $p_{\text{ατμ}} = 100.000 \text{ Pa}$ , η πυκνότητα του υδραργύρου  $\rho = 13.600 \text{ kg/m}^3$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

### ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Τα δυο βασικά συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα είναι το άζωτο (περίπου 80% v/v) και το οξυγόνο (περίπου 20% v/v). Η ατμόσφαιρα στα χαμηλά ύψη είναι πυκνή, ενώ καθώς αυξάνεται το ύψος αραιώνει και σταδιακά, σε ύψος εκατοντάδων χιλιομέτρων, «εξαφανίζεται». Αν και δεν είναι σαφή τα όρια της ατμόσφαιρας, μπορούμε να πούμε ότι το ύψος της ξεπερνάει τα 1.000 Km.
2. Λόγω τις ατμοσφαιρικής πίεσης ασκούνται κάθετα πολύ μεγάλες δυνάμεις σε επιφάνειες οποιουδήποτε προσανατολισμού που βρίσκονται μέσα στον αέρα. Ένα άδειο μπουκάλι, όμως δεν συνθλίβεται, επειδή η τιμή της πίεσης του αέρα που υπάρχει μέσα στο μπουκάλι είναι ίση με την τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης.
3. Η μετάδοση των πιέσεων μέσα από τη μάζα των υγρών βρίσκει εφαρμογή στη λειτουργία υδραυλικών μηχανών όπως το υδραυλικό πιεστήριο, το υδραυλικό φρένο, ο υδραυλικός ανυψωτήρας αυτοκινήτων (γρύλος), οι υδραυλικοί βραχίονες σκαπτικών μηχανημάτων κ.λ.π.
4. Ο υδραυλικός ανυψωτήρας αυτοκινήτων είναι ένα είδος «υδραυλικού μοχλού», γιατί πολλαπλασιάζει τη μικρή δύναμη που ασκείται στο πρώτο έμβολο, τόσες φορές, όσες είναι ο λόγος των εμβαδών  $\frac{A_2}{A_1}$  των εμβόλων.