

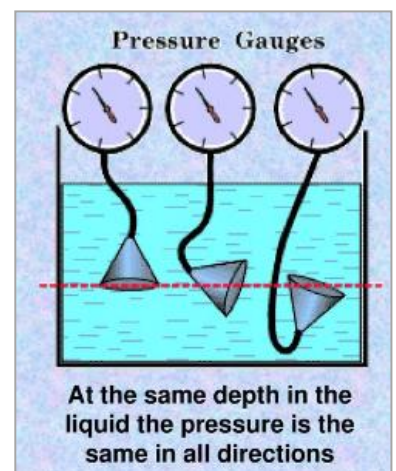
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ : ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

2. Μαζί με το μεγαλύτερο αδελφό σου θέλετε να βαδίζετε πάνω σε μια λασπώδη επιφάνεια. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενο τους είναι επιστημονικά λανθασμένο.

- Ο αδελφός σου επιμένει να τοποθετήσετε φαρδιές σανίδες πάνω στις οποίες να βαδίζετε. Η άποψή του: (α) Είναι σωστή, διότι έτσι δε θα γεμίσουν λάσπες τα παπούτσια σας. (β) Είναι λάθος, διότι οι σανίδες έχουν μεγάλο βάρος και έτσι θα βουλιάξετε ευκολότερα στη λάσπη. (γ) Είναι σωστή, διότι με αυτό τον τρόπο μειώνετε την πίεση στο έδαφος και έτσι δε θα βουλιάξετε σε αυτό. (δ) Είναι λάθος, διότι με αυτό τον τρόπο αυξάνετε την πίεση στο έδαφος και έτσι θα βουλιάξετε σε αυτό. (ε) Τίποτε από όλα αυτά.

Προφανώς και πρέπει να απαντήσουμε ότι ορθή είναι η ερώτηση (γ). Αυτό υποστηρίζουν οι εικόνες του σχολικού βιβλίου...

3. Στη διπλανή εικόνα παριστάνεται ένα μανόμετρο, όργανο με το οποίο μετράμε την υδροστατική πίεση. Στις προτάσεις που ακολουθούν κύκλωσε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.



- Αν αλλάξουμε τον προσανατολισμό της επιφάνειας της μεμβράνης από οριζόντια σε κατακόρυφη διατηρώντας τη στο ίδιο βάθος, τότε η ένδειξη p θα: (α) αυξηθεί, (β) μειωθεί, (γ) παραμείνει ίδια, (δ) μηδενιστεί, (ε) τίποτε από τα παραπάνω.
- Αν διπλασιάσουμε το βάθος στο οποίο τοποθετούμε τη μεμβράνη: τότε η ένδειξη p θα: (α) παραμείνει ίδια, (β) διπλασιαστεί, (γ) γίνει η μισή, (δ) μηδενιστεί, (ε) τίποτε από τα παραπάνω.
- Αν αλλάξουμε το υγρό που περιέχεται στο μανόμετρο και τοποθετήσουμε ένα άλλο του οποίου η πυκνότητα είναι το $\frac{1}{2}$ της πυκνότητας του αρχικού υγρού διατηρώντας τη μεμβράνη στο ίδιο βάθος: τότε η ένδειξη p θα: (α) παραμείνει ίδια, (β) διπλασιαστεί, (γ) γίνει η μισή, (δ) μηδενιστεί, (ε) τίποτε από τα παραπάνω.
- Αν μεταφέρουμε το δοχείο στην κορυφή του Έβερεστ: τότε η ένδειξη p θα: (α) παραμείνει ίδια, (β) αυξηθεί, (γ) μειωθεί, (δ) μηδενιστεί, (ε) τίποτε από τα παραπάνω.
- Αν τοποθετήσουμε το υγρό σε ένα άλλο δοχείο διαφορετικού σχήματος και προσθέσουμε υγρό έτσι ώστε να βυθίσουμε την επιφάνεια στο ίδιο βάθος: τότε η ένδειξη p θα: (α) παραμείνει ίδια, (β) αυξηθεί, (γ) μειωθεί, (δ) μηδενιστεί, (ε) τίποτε από τα παραπάνω.

Οι απαντήσεις μας πρέπει να στηριχτούν στην εξίσωση του νόμου της υδροστατικής πίεσης.

$$\text{Πράγματι: } P_{\text{υδρ}} = \rho \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Η εξίσωση (1) λέει ότι η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη του βάθους, όταν η πυκνότητα και το g είναι σταθερά, είναι ανάλογη της πυκνότητας, όταν g και βάθος είναι σταθερά, είναι ανάλογα του g , όταν ρ και βάθος είναι σταθερά. Επιπλέον η τιμή της πίεσης δεν έχει καμία εξάρτηση από τον προσανατολισμό της επιφάνειας, στη οποία αναφέρεται η πίεση.

Επομένως, οι απαντήσεις μας είναι εύκολες, αρκεί να ξέρουμε τι σημαίνει «ανάλογα ποσά».

1. Σε μια επιφάνεια που έχει καλυφθεί από πλαστελίνη τοποθετούμε ένα ορθογώνιο σιδερένιο κουτί ώστε να ακουμπά στην πλαστελίνη με δυο τρόπους: (α) με τη μεγάλη επιφάνεια και (β) με τη μικρή επιφάνεια. Σε ποια περίπτωση το κουτί θα βουλιάξει περισσότερο στην πλαστελίνη; Να εξηγήσεις την επιλογή σου.

Μεταξύ του δοχείου και της επιφανείας, που επικαλύψαμε με πλαστελίνη, αναπτύσσονται οι δυνάμεις δράσης-αντίδρασης F_n και F'_n . Οι δυνάμεις αυτές είναι ίσες σε τιμή με το βάρος του κουτιού...

Επομένως μια δύναμη ίση με το βάρος του κουτιού δρα στην πλαστελίνη, την μια φορά σε μια μεγάλη επιφάνεια και την άλλη σε μια μικρότερη. Αυτό σημαίνει ότι η δράση στην μικρότερη επιφάνεια αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη πίεση, άρα μεγαλύτερη παραμόρφωση της πλαστελίνης.

3. Μπορείς να ερμηνεύσεις γιατί: (α) Οι καμήλες έχουν μεγάλα επίπεδα πέλματα; (β) Οι σκιέρ φορούν χιονοπέδιλα; (γ) Τα τρακτέρ έχουν φαρδιά λάστιχα; (δ) «Κόβονται» τα δάχτυλά μας όταν σηκώσουμε ένα βαρύ δέμα από το νήμα που είναι δεμένο; (ε) Τα παπούτσια των αθλητών έχουν πέλματα με καρφιά; (στ) Ένα ακονισμένο μαχαίρι κόβει καλύτερα;

Χμ! Τα έχουμε πει, όταν κάναμε ανάπτυξη στη θεωρία της πίεσης...

4. Να συγκρίνεις την πίεση του νερού στον πυθμένα ενός στενού σωλήνα ύψους 10 m με την πίεση που επικρατεί σε μια λίμνη σε βάθος 10 m, αν γνωρίζεις ότι ο σωλήνας είναι γεμάτος με νερό από την παραπάνω λίμνη.

Η εξίσωση του νόμου της υδροστατικής πίεσης, λέει –και μάλιστα ιδιαίτερα πειστικά- ότι η υδροστατική πίεση, αλλά και η ολική κατ' επέκταση θα είναι ίδια...

5. Το υδροστατικό παράδοξο. Στη διπλανή εικόνα παριστάνονται τρία δοχεία διαφορετικού σχήματος τα οποία περιέχουν υγρό στο ίδιο ύψος. (α) Να συγκρίνεις τις πιέσεις στους πυθμένες των δοχείων. (β) Να συγκρίνεις τις δυνάμεις που ασκούνται από το υγρό στους πυθμένες των δοχείων. (γ) Να συγκρίνεις τις δυνάμεις που ασκούν τα δοχεία στο τραπέζι πάνω στο οποίο ισορροπούν.



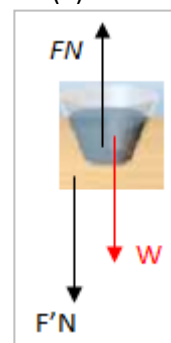
(α) Και στα τρία δοχεία, οι πυθμένες βρίσκονται στο ίδιο βάθος. Επομένως –εφόσον έχουν υγρό με ίδια πυκνότητα- θα έχουμε την ίδια υδροστατική πίεση και φυσικά την ίδια ολική (αν λάβουμε υπόψη μας την ατμοσφαιρική πίεση)

(β) Εφόσον οι πυθμένες έχουν ίσα εμβαδά A , θα δέχονται ίσες δυνάμεις, λέει η σχέση $P = F/A \rightarrow F = P \cdot A$ (1)

(γ) Οι δυνάμεις που ασκούν τα τρία δοχεία στο τραπέζι αφορούν μελέτη ισορροπίας ενός εκάστου δοχείου με ν. Νεύτωνα και –όπως δείξαμε- τόσες φορές- ισχύει :

$$F'_N, (\text{δοχείο } 2) > F'_N, (\text{δοχείο } 1) > F'_N, (\text{δοχείο } 3) \quad (2)$$

...Εύκολα δείχνουμε ότι η F'_N είναι ίση με το συνολικό βάρος δοχείου-υγρού για κάθε είδος δοχείου, όπου είναι προφανές ότι $W_2 > W_1 > W_3$



Σχόλιο, ...όχι για μαθητές : Το υδροστατικό παράδοξο αφορά το τρίτο δοχείο, όπου το υγρό ασκεί στον πυθμένα δύναμη **μεγαλύτερη** του βάρους του! Το παράδοξο 'αίρεται' αν δούμε ποιες δυνάμεις ασκεί το δοχείο στο υγρό και αναλογιστούμε ότι η συνισταμένη αυτών οφείλει να αναιρεί το βάρος του υγρού (1^{ος} ν. Νεύτωνα). Μια μελέτη που απαιτεί ανάλυση πλευρικών – κάθετων στα τοιχώματα- δυνάμεων, την οποία ανάλυση τα παιδιά της Β γυμνασίου αγνοούν...

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

2. Ένας μαθητής σπρώχνει με το δάκτυλο του το μολύβι του στη σελίδα του τετραδίου του ασκώντας δύναμη 10 N. Εάν το εμβαδόν της επιφάνειας της μύτης του μολυβιού είναι 0,08 mm², να βρεθεί η πίεση που ασκεί η μύτη του μολυβιού στη σελίδα του τετραδίου σε P_a.

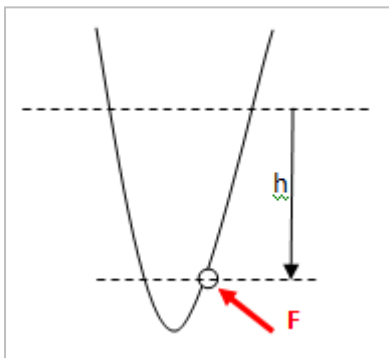
Δύναμη (F) και επιφάνεια (A) δίνουν δυνατότητα υπολογισμού της πίεσης. Η δυσκολία στην άσκηση είναι να γίνουν τα 0,08 mm², τετραγωνικά μέτρα m².

$$0,08 \text{ mm}^2 = 0,08 \text{ mm} \cdot \text{mm} = 0,08 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 10^{-3} \text{ m} = \{ \text{Θυμίζω ότι το πρόθεμα μίλι} \leftrightarrow 10^{-3} \} \dots = 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$\text{Επομένως : } P = \frac{F}{A} = \frac{10}{8 \cdot 10^{-8}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{10^9}{8} \approx 10^8 P_a$$



3. Σ' ένα πλοίο δημιουργείται λόγω μιας σύγκρουσης ένα ρήγμα που έχει εμβαδόν 100 cm² σε βάθος 3 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Για να εμποδίσουμε την εισροή του νερού στο πλοίο, τοποθετούμε ένα ξύλινο πώμα στο ρήγμα. Ποιο είναι το μέτρο της ελάχιστης δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε στο πώμα ώστε να εμποδίσουμε την εισροή του νερού;



Σε βάθος h, η τιμή της υδροστατικής πίεσης είναι :

$$P_{\nu\delta\rho} = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot 3 \text{ m} = 3 \cdot 10^4 P_a \quad (1)$$

Η δύναμη που αναπτύσσεται σε μια περιοχή εμβαδού 100 cm² είναι :

$$F = P_{\nu\delta\rho} \cdot A = \{ S.I. \} = 3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-2} \text{ N} = 300 \text{ N} \quad (2)$$

Επομένως αν ασκήσουμε δύναμη μεγαλύτερη ή οριακά ίση με 300 N στο πώμα.

Θα μπορέσουμε να σταματήσουμε την εισροή νερού στο πλοίο.

Σχόλιο : Την ατμοσφαιρική πίεση δεν θα λάβουμε υπόψη μας, διότι αυτή 'υπάρχει' εκατέρωθεν της οπής, οπότε δεν έχει ενεργό συμμετοχή στο φαινόμενο...

4. Ένας δύτες βρίσκεται σε βάθος 50 m. (α) Να υπολογίσεις την πίεση στα τύμπανα των αυτιών του καθώς και το μέτρο της δύναμης που ασκείται από τη θάλασσα σε αυτά, αν γνωρίζεις ότι το εμβαδόν της επιφάνειας των τυμπάνων ενός αυτιού είναι περίπου 1 cm². β) Αν ο δύτες αντέχει σε συνολική πίεση 5 ατμοσφαιρών (πενταπλάσια της ατμοσφαιρικής), πόσο είναι το μέγιστο βάθος που μπορεί να κατεβεί;

Υπολογίστε, χωρίς να λάβετε υπόψη την ατμοσφαιρική P, θεωρώντας ότι αυτή υπάρχει και από τις δυο πλευρές του τυμπάνου του αυτιού (το τύμπανο επικοινωνεί εκ των έσω μέσω της μύτης μας).

(α) Θα χρειαστείτε στην εξίσωση νόμου υδροστατικής πίεσης, να αντικαταστήσετε :

$$A = 1 \text{ cm}^2 = 1 \text{ cm} \cdot \text{cm} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 10^{-2} \text{ m} = 10^{-4} \text{ m}^2$$

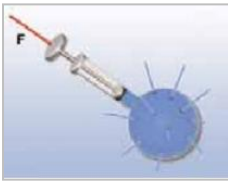
(β) Δεχτείτε ότι : 1 atm = 10⁵ N/m² και...

$$\dots P_{\max} = \rho \cdot g \cdot h_{\max} \rightarrow \{ \text{εργασία στο S.I.} \} \rightarrow 5 \cdot 10^5 = 1000 \cdot 10 \cdot h_{\max} \rightarrow h_{\max} = 50 \text{ m}$$

Θυμίζω, ότι η μονάδα 1 atm δεν ανήκει στο S.I.

ΑΡΧΗ PASCAL

Διατύπωση : Κάθε μεταβολή της πίεσης σε οποιοδήποτε σημείο περιοχής ενός περιορισμένου ρευστού που είναι ακίνητο, προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα τα σημεία όλες τις περιοχές του.

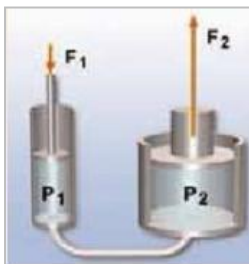


Παράδειγμα I

Σύριγγα Pascal : Με το έμβολο δημιουργούμε πίεση –ασκώντας δύναμη- σε μια περιοχή του υγρού της σφαίρας και αυτή η πίεση αναπτύσσεται σε όλα τα μήκη και πλάτη του υγρού. Έτσι δικαιολογείται το γεγονός ότι οι πίδακες εκροής έχουν την ίδια εικόνα...

Παράδειγμα II

Στην επιφάνεια ενός υγρού ασκούνται δυνάμεις από την ατμόσφαιρα (η ατμόσφαιρα σπρώχνει). Επομένως αναπτύσσεται στην περιοχή της επιφάνειας ατμοσφαιρική πίεση. Σύμφωνα με την αρχή του Πασκάλ, η πίεση αυτή μεταδίδεται σε όλες τις περιοχές του υγρού. Για μια επιφάνεια σε μια περιοχή εκεί στο A, η ολική πίεση είναι : $P_{ολική} = \rho \cdot g \cdot h + P_{atm}$



Παράδειγμα III

Στο υδραυλικό πιεστήριο έχουμε δυο έμβολα με διαστάσεις διαφορετικές. Ασκώντας δύναμη στο μικρό έμβολο δημιουργούμε πίεση, η οποία –κατά Pascal- αναπτύσσεται αμετάβλητη και στο μεγάλο έμβολο!

Αυτό σημαίνει :

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (1)$$

Η σχέση (1) λέει ότι αν επιφάνεια A2 είναι ν φορές μεγαλύτερη της A1, τότε και η F2 είναι επίσης ν φορές μεγαλύτερη και αυτό πρακτικά σημαίνει ότι **μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε μια δύναμη με τη χρήση της παραπάνω διάταξης που έχει το όνομα υδραυλικό πιεστήριο!**

2. Στη διπλανή εικόνα παριστάνεται μια υδραυλική αντλία η οποία περιέχει λάδι. Στο έμβολο 1 ασκούμε δύναμη F_1 . Αν γνωρίζουμε ότι το εμβαδόν του εμβόλου 2 είναι πενταπλάσιο του εμβαδού του εμβόλου 1, να συγκρίνεις τη δύναμη F_2 που ασκεί το έμβολο 2 με την F_1 . Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

Εφαρμόζουμε τη σχέση (1) και έχουμε :

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{5 \cdot A_1} \rightarrow \dots F_2 = 5 \cdot F_1 \quad \text{Ό,τι περιμέναμε...}$$

5. Το εμβαδόν του μεγάλου και του μικρού εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι 1500 cm^2 και 300 cm^2 αντίστοιχα. Μια μηχανή βάρους 800 N βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Πόση δύναμη πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί η μηχανή;

...χρησιμοποιήστε σώμα υπο-πενταπλάσιου βάρους δηλ. 160 N ή πιο απλά σώμα μάζας 16 kg.