

ΠΙΕΣΗ

4.1 Πίεση

Είδαμε ότι οι δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν παραμόρφωση στα σώματα στα οποία ασκούνται. Όμως, η παραμόρφωση μιας επιφάνειας δεν εξαρτάται μόνο από τη δύναμη που ασκείται σε αυτήν, αλλά και από το εμβαδόν της επιφάνειας. Γι' αυτόν το λόγο εισάγουμε την έννοια της πίεσης. Μεγάλη πίεση προκαλεί μεγάλη παραμόρφωση, ενώ πολύ μικρή πίεση προκαλεί μικρή παραμόρφωση.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- Ένας χιονοδρόμος δε βουλιάζει στο χιόνι όταν φοράει παγοπέδιλα, επειδή αυτά έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια από τα κοινά παπούτσια. Η ίδια δύναμη όταν ασκείται σε **μεγάλη επιφάνεια** προκαλεί **μικρή πίεση**, άρα και μικρή παραμόρφωση.
- Τα φορτηγά που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μεγάλων φορτίων, έχουν πολλά και φαρδιά ελαστικά. Τα τανκς και οι μπουλντόζες διαθέτουν φαρδιές ερπύστριες.
- Τα παχύδερμα (ελέφαντες, ρινόκεροι, υποπόταμοι) έχουν πολύ μεγάλα πέλματα. Με αυτόν τον τρόπο, το βάρος των βαρέων οχημάτων καθώς και το βάρος των παχύδερμων κατανέμεται σε **μεγάλη επιφάνεια**, οπότε προκαλεί στο έδαφος **μικρή πίεση**.
- Για να κοπεί μια επιφάνεια πρέπει να δεχθεί μεγάλη πίεση. Γι' αυτό ακονίζουμε τα μαχαίρια και τα ψαλίδια ώστε να έχουν **μικρή επιφάνεια**, οπότε να ασκούν **μεγάλη πίεση** και να κόβουν εύκολα.



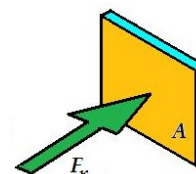
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Στην καθημερινή μας ζωή επιδιώκουμε άλλοτε μικρές και άλλοτε μεγάλες πιέσεις. Ελέγχουμε την πίεση που δέχεται μια επιφάνεια, ρυθμίζοντας κυρίως το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής.

Μικρή επιφάνεια επαφής $\Rightarrow$ Μεγάλη πίεση

Μεγάλη επιφάνεια επαφής $\Rightarrow$ Μικρή πίεση

Ορισμός: Πίεση (p) ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης (F_K) που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια, προς το εμβαδόν (A) της επιφάνειας αυτής.

$$\text{Πίεση} = \frac{\text{Δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια}}{\text{Εμβαδόν επιφάνειας}}$$



$$p = \frac{F_k}{A}$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

α. Η πίεση **εκφράζει τη δύναμη που ασκείται κάθετα στη μονάδα επιφάνειας.**

β. Η πίεση που δέχεται μια επιφάνεια είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται κάθετα σε αυτή και όσο μικρότερο είναι το **εμβαδόν** της επιφάνειας.

γ. Η πίεση, σε αντίθεση με τη δύναμη, **δεν είναι διανυσματικό μέγεθος.**

Ποιες είναι οι μονάδες μέτρησης της πίεσης;

- Μονάδα μέτρησης της πίεσης στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το 1 N/m^2 και ονομάζεται 1 Pascal (Pa): $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
- Συνήθως χρησιμοποιούμε το kPa (kilo-Pascal) που είναι πολλαπλάσιο του Pa: $1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$ και το $1 \text{ N/cm}^2 = 10^4 \text{ N/m}^2 = 10^4 \text{ Pa}$

Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ των μεγεθών πίεση και δύναμη;

- Η πίεση είναι μέγεθος διαφορετικό από τη δύναμη. Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος και μετριέται σε N, ενώ η πίεση δεν είναι διανυσματικό και μετριέται σε N/m^2 .

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συμπλήρωσης κενού (κάθε κενό αντιστοιχεί σε μια μόνο λέξη):

α. Πίεση ονομάζουμε το της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια, προς το της επιφάνειας αυτής.

β. Μονάδα μέτρησης της πίεσης στο SI είναι το 1 και ονομάζεται

γ. Η πίεση σε μια επιφάνεια είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο είναι η δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια, και όσο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας.

2. Σωστό - Λάθος:

α. Η πίεση και η δύναμη είναι διαφορετικά φυσικά μεγέθη.

β. Η παραμόρφωση μιας επιφάνειας εξαρτάται από την πίεση που δέχεται.

γ. Η πίεση είναι διανυσματικό μέγεθος.

δ. Για να υπολογίσουμε την πίεση που ασκείται σε μια επιφάνεια, αρκεί μόνο να γνωρίζουμε τη δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια.

3. Σωστό - Λάθος:

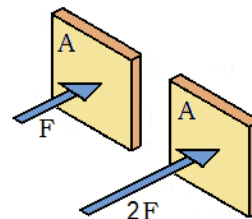
- α. Ένα αυτοκίνητο κινείται ευκολότερα πάνω στην άμμο όταν έχει φαρδιά λάστιχα.
- β. Ένα τριαξονικό φορτηγό ασκεί στο οδόστρωμα την ίδια πίεση με ένα διαξονικό φορτηγό που έχει το ίδιο βάρος.
- γ. Το στρώμα του κρεβατιού μας βουλιάζει περισσότερο όταν είμαστε ξαπλωμένοι παρά όταν είμαστε όρθιοι πάνω σ' αυτό.
- δ. Όσο πιο λεπτό είναι το χερούλι μιας βαλίτσας, τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση που ασκεί στο χέρι μας όταν την κρατάμε.

4. Πολλαπλής επιλογής: Μια δύναμη ασκείται κάθετα στην επιφάνεια ενός σώματος και την παραμορφώνει. Η παραμόρφωση αυτή εξαρτάται

- α. μόνο από το μέτρο της δύναμης.
- β. μόνο από το εμβαδόν της επιφάνειας.
- γ. από το μέτρο της δύναμης και από το εμβαδόν της επιφάνειας.

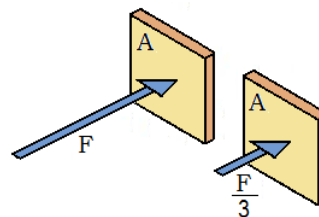
5. Πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση: Μια δύναμη F ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A και προκαλεί πίεση P . Αν μια διπλάσια δύναμη ασκηθεί στην ίδια επιφάνεια, τότε η πίεση

- α. θα διπλασιαστεί.
- β. θα υποδιπλασιαστεί.
- γ. θα παραμείνει ίδια.

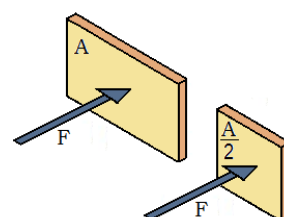


6. Πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση: Μια δύναμη F ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A και προκαλεί πίεση P . Αν μία δύναμη που είναι τρεις φορές μικρότερη ασκηθεί κάθετα στην ίδια επιφάνεια, τότε η πίεση

- α. θα τριπλασιαστεί.
- β. θα υποτριπλασιαστεί.
- γ. θα παραμείνει ίδια.

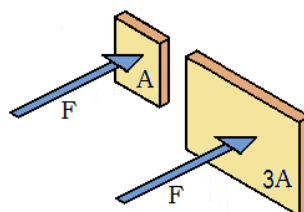


7. Πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση: Μια δύναμη F ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A και προκαλεί πίεση P . Αν η ίδια δύναμη ασκηθεί κάθετα σε επιφάνεια που έχει το μισό εμβαδόν, τότε η πίεση



- α. θα διπλασιαστεί.
- β. θα υποδιπλασιαστεί.
- γ. θα παραμείνει ίδια.

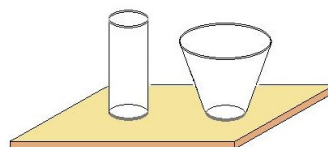
8. Πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση: Μια δύναμη F ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A και προκαλεί πίεση P . Αν η ίδια δύναμη ασκηθεί κάθετα σε επιφάνεια που έχει το τριπλάσιο εμβαδόν, τότε η πίεση



- α. θα τριπλασιαστεί.
- β. θα υποτριπλασιαστεί.
- γ. θα παραμείνει ίδια.

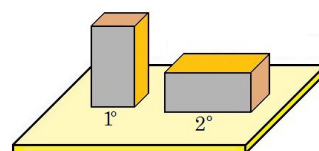
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

9. Πολλαπλής επιλογής: Τα ποτήρια του διπλανού σχήματος έχουν το ίδιο εμβαδόν βάσης. Μεγαλύτερη πίεση στο τραπέζι προκαλεί το ποτήρι που έχει



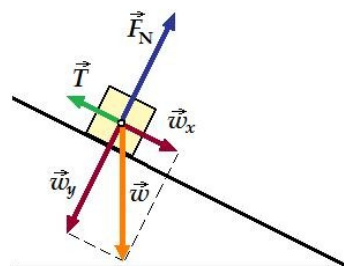
- α. μεγαλύτερη μάζα.
- β. μεγαλύτερο όγκο.
- γ. μεγαλύτερη πυκνότητα.

10. Σε μια επιφάνεια που έχει καλυφθεί με πλαστελίνη τοποθετούμε δύο πανομοιότυπα σιδερένια κουτιά. Το 1^ο κουτί ακουμπά στην πλαστελίνη με την μικρή επιφάνειά του, ενώ το 2^ο κουτί ακουμπά με την μεγάλη επιφάνειά του.



- α. Ποιο από τα δύο κουτιά ασκεί στην πλαστελίνη μεγαλύτερη δύναμη και γιατί;
- β. Ποιο από τα δύο κουτιά ασκεί στην πλαστελίνη μεγαλύτερη πίεση και γιατί;
- γ. Ποιο από τα δύο κουτιά προκαλεί στην πλαστελίνη μεγαλύτερη παραμόρφωση και γιατί;

11. Ένα κιβώτιο ισορροπεί ακίνητο πάνω σε πλάγιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αν A είναι το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής μεταξύ κιβωτίου και επιπέδου, τότε η πίεση που ασκεί το κιβώτιο στο επίπεδο είναι



- α. $p = \frac{w}{A}$
- β. $p = \frac{w_x}{A}$
- γ. $p = \frac{w_y}{A}$

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή σχέση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

ασκήσεις

1. Ένας άνθρωπος κοιτάει προβληματισμένος την ένδειξη της ζυγαριάς που είναι 80 kg. Αν τα πέλματά του έχουν συνολικό εμβαδόν $A = 200 \text{ cm}^2$, να υπολογίσετε το βάρος του και την πίεση που ασκεί στη ζυγαριά. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.



2. Ένας ελέφαντας βάρους $w_1 = 40000 \text{ N}$ έχει πέλματα με εμβαδόν βάσης $A_1 = 250 \text{ cm}^2$ το καθένα. Μια γυναίκα βάρους $w_2 = 500 \text{ N}$ φοράει τακούνια με εμβαδόν βάσης $A_2 = 1 \text{ cm}^2$ το καθένα. Να συγκρίνετε τις πιέσεις που ασκούν στο έδαφος ο ελέφαντας και η γυναίκα όταν είναι ακίνητοι. Δεχθείτε ότι στα τακούνια ασκείται το μισό από το βάρος της γυναίκας.
3. Ένας μεταλλικός κύβος έχει μάζα $m = 0,1 \text{ g}$ και πλευρά $a = 2 \text{ cm}$. Να υπολογίσετε την πίεση που ασκεί ο κύβος στην επιφάνεια πάνω στην οποία έχει τοποθετηθεί. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.
4. Η μύτη μιας πινέζας έχει εμβαδόν $A_1 = 0,1 \text{ mm}^2$, ενώ το κεφάλι της έχει εμβαδόν $A_2 = 40 \text{ mm}^2$. Για να εισχωρήσει η πινέζα σ' ένα ξύλο, ασκούμε με το δάχτυλό μας κάθετα στο κεφάλι της πινέζας μια δύναμη $F = 10 \text{ N}$. Να υπολογίσετε:
- α. την πίεση που δέχεται το ξύλο από τη μύτη της πινέζας.
 - β. την πίεση που δέχεται το δάχτυλό μας από το κεφάλι της πινέζας.
5. Μια δύναμη $F = 200 \text{ N}$ ασκείται κάθετα σε μια ορθογώνια επιφάνεια με πλευρές 10 cm και 5 cm. Να υπολογίσετε το εμβαδόν της επιφάνειας και την πίεση που δέχεται η επιφάνεια.
6. Η μύτη ενός καρφιού έχει εμβαδόν 4 mm^2 . Η πίεση που θα πρέπει να δεχθεί ο τοίχος για να εισχωρήσει το καρφί μέσα σ' αυτόν είναι 80000 Pa . Να υπολογίσετε την πιεστική δύναμη που πρέπει να ασκήσουμε στο καρφί.
7. Μια δύναμη 300 N ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια και προκαλεί πίεση 5000 Pa .
- α. Να υπολογίσετε το εμβαδόν της επιφάνειας.
 - β. Πόση θα γίνει η πίεση αν η δύναμη διπλασιαστεί;
8. Ένα τραπέζι βάρους 100 N στηρίζεται σε οριζόντιο δάπεδο με 4 πόδια, που το καθένα έχει εμβαδόν βάσης 5 cm^2 . Αν πάνω στο τραπέζι ανέβουν δύο παιδιά βάρους 500 N το καθένα, πόση πίεση θα προκαλέσει κάθε πόδι του τραπεζιού στο δάπεδο;

4.2. Υδροστατική πίεση

Ρευστά (fluids) ονομάζουμε τα υγρά και τα αέρια, επειδή έχουν τη δυνατότητα να ρέουν. Τα ρευστά 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 (δηλαδή δε ρέει), **ασκεί πίεση** σε κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή. Η πίεση που ασκεί ένα υγρό που ισορροπεί ονομάζεται **υδροστατική πίεση**. Η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας ονομάζεται **ατμοσφαιρική πίεση**.

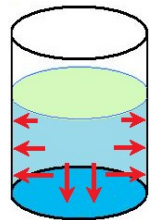
Που οφείλεται η υδροστατική πίεση;

Υδροστατική πίεση ονομάζουμε την πίεση που ασκεί ένα υγρό το οποίο ισορροπεί, σε κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή.

Η υδροστατική πίεση οφείλεται στη βαρύτητα. Λόγω του βάρους του, το υγρό πιέζει κάθε σώμα που βυθίζεται στο εσωτερικό του, καθώς και τα τοιχώματα και τον πυθμένα του δοχείου στο οποίο βρίσκεται.

Αν τοποθετούσαμε το ίδιο δοχείο στην επιφάνεια της Σελήνης, η υδροστατική πίεση θα ήταν περίπου 6 φορές μικρότερη.

Αν τοποθετούσαμε το ίδιο δοχείο σε περιοχή όπου δεν υπάρχει βαρύτητα, δε θα είχαμε υδροστατική πίεση.



➔ Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η υδροστατική πίεση:

Η υδροστατική πίεση **P** σε ένα σημείο ενός υγρού:

- α.** αυξάνεται ανάλογα με το βάθος **h** από την επιφάνεια του υγρού
- β.** είναι ανάλογη με την πυκνότητα **d** του υγρού
- γ.** είναι ανάλογη με την επιτάχυνση της βαρύτητας **g**.

ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

$$p = d \cdot g \cdot h$$

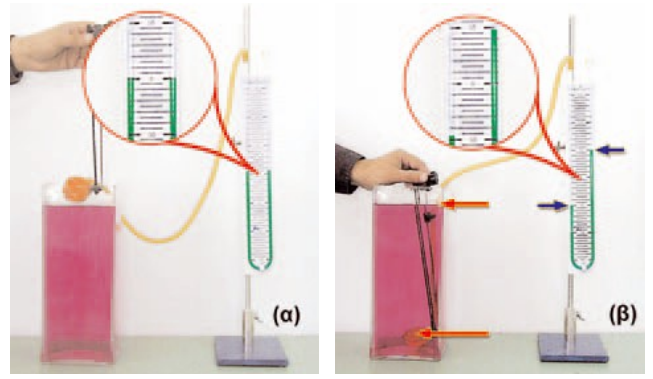
P: υδροστατική πίεση σε Pa

g: επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s^2

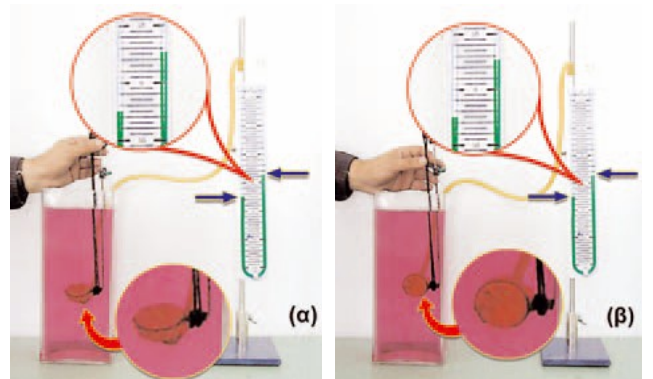
d: πυκνότητα υγρού σε kg/m^3

h: βάθος από την επιφάνεια του υγρού σε m

Τα όργανα με τα οποία μετράμε την υδροστατική πίεση ονομάζονται **μανόμετρα**. Το μανόμετρο που φαίνεται στη διπλανή εικόνα, αποτελείται από έναν σωλήνα τύπου U, ο οποίος περιέχει υδράργυρο ή λάδι. Ο σωλήνας συνδέεται με μια ελαστική μεμβράνη την οποία βυθίζουμε μέσα στο υγρό. Η διαφορά ύψους του υγρού στα δύο σκέλη του σωλήνα δείχνει την υδροστατική πίεση που ασκείται στην ελαστική μεμβράνη.



Αν αλλάξουμε τον προσανατολισμό της ελαστικής μεμβράνης (διατηρώντας το ίδιο βάθος) θα παρατηρήσουμε ότι η υδροστατική πίεση δεν αλλάζει. Η ένδειξη του μανόμετρου θα είναι η ίδια, είτε η μεμβράνη είναι οριζόντια (εικόνα α), είτε είναι κατακόρυφη (εικόνα β).



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:

Η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη από τον προσανατολισμό της επιφάνειας στην οποία ασκείται. **Τα υγρά ασκούν πίεση προς κάθε κατεύθυνση.**

Η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη από το σχήμα του δοχείου.

Εφαρμογή στα συγκοινωνούντα δοχεία:

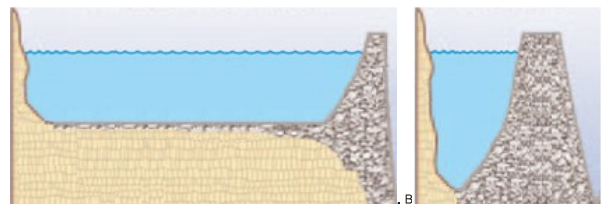
Τα **συγκοινωνούντα δοχεία** είναι μια σειρά από δοχεία διαφορετικού σχήματος τα οποία συγκοινωνούν μέσω ενός κοινού οριζώντιου σωλήνα. Παρατηρούμε ότι **σε όλα τα δοχεία η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.**

Πώς ερμηνεύεται η αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων;

Για να ισορροπεί το υγρό στον οριζόντιο σωλήνα, πρέπει σε όλα τα σημεία του σωλήνα να επικρατεί η ίδια πίεση. Αν σε κάποιο δοχείο η στάθμη του νερού ήταν ψηλότερα, τότε η πίεση στο αντίστοιχο σημείο του κοινού σωλήνα θα ήταν μεγαλύτερη και αυτή η διαφορά πίεσης θα προκαλούσε την κίνηση του υγρού.



Η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη από τον όγκο του υγρού.



Εφαρμογή στην κατασκευή φραγμάτων:

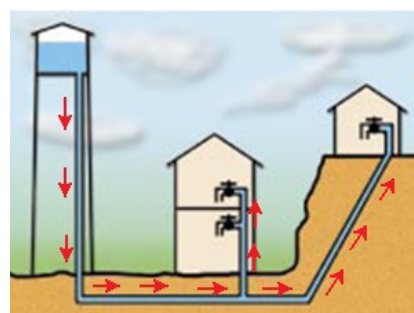
Στη διπλανή εικόνα, το φράγμα στο οποίο ασκείται μεγαλύτερη πίεση είναι εκείνο στο οποίο η λίμνη έχει μεγαλύτερο βάθος και όχι εκείνο στο οποίο η λίμνη έχει μεγαλύτερο όγκο νερού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

- ✓ Δύο σημεία ενός υγρού που ισορροπεί έχουν την **ίδια πίεση** όταν βρίσκονται στο **ίδιο βάθος**, δηλαδή στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.
- ✓ Η πίεση αυτή είναι **ανεξάρτητη από τον όγκο του υγρού** και από το σχήμα του δοχείου. Το γεγονός αυτό λέγεται **υδροστατικό παράδοξο**.

Γιατί οι δεξαμενές υδροδότησης των οικισμών κατασκευάζονται στα ψηλότερα σημεία των πόλεων και των χωριών:

Στην κατασκευή των δεξαμενών ύδρευσης εφαρμόζουμε την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων. Σύμφωνα με αυτήν, το νερό θα κινείται από τα σημεία μεγαλύτερης πίεσης προς τα σημεία μικρότερης πίεσης. Οι δεξαμενές κατασκευάζονται στα ψηλότερα σημεία ώστε, λόγω της διαφορετικής πίεσης, το νερό να φτάνει στους ψηλότερους ορόφους των σπιτιών χωρίς να χρειάζεται αντλία.



ερωτήσεις

1. Συμπλήρωσης κενού (κάθε κενό αντιστοιχεί σε μια μόνο λέξη):

α. Τα σώματα που δεν έχουν σταθερό σχήμα χαρακτηρίζονται ως

β. Η πίεση που ασκεί ένα υγρό που ονομάζεται υδροστατική πίεση και οφείλεται στη

γ. Κατάλληλο όργανο για τη μέτρησή της υδροστατικής πίεσης είναι το

δ. Μονάδα μέτρησης της υδροστατικής πίεσης στο SI είναι το 1

ε. Ο νόμος της υδροστατικής πίεσης εκφράζεται από τη σχέση

στ. Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με το από την επιφάνεια του υγρού, ανάλογη με την του υγρού και ανάλογη με την της βαρύτητας.

ζ. Η υδροστατική πίεση στη Σελήνη, στο ίδιο βάθος του ίδιου υγρού, θα ήταν φορές μικρότερη.

2. Σωστό - Λάθος:

Η υδροστατική πίεση στον οριζόντιο πυθμένα ενός δοχείου με υγρό εξαρτάται

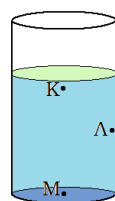
α. από το είδος του υγρού.

- β. από την ποσότητα του υγρού.
- γ. από τον τόπο στον οποίο βρίσκεται το δοχείο.
- δ. από το σχήμα του δοχείου.
- ε. από το ύψος του υγρού μέσα στο δοχείο.
- στ. από το εμβαδόν του πυθμένα.

3. Πολλαπλής επιλογής:

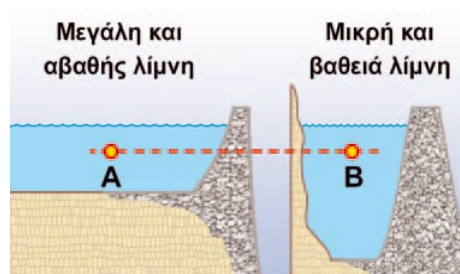
Στο διπλανό σχήμα, σε ποιο από τα σημεία Κ, Λ και Μ εμφανίζεται μεγαλύτερη υδροστατική πίεση;

- α. Στο σημείο Κ.
- β. Στο σημείο Λ.
- γ. Στο σημείο Μ.
- δ. Σε όλα τα παραπάνω σημεία εμφανίζεται η ίδια πίεση.



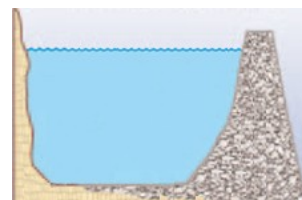
4. Σε ένα πλαστικό δοχείο γεμάτο με νερό ανοίγουμε τρεις όμοιες τρύπες, την καθεμία σε διαφορετικό βάθος. Να εξηγήσετε γιατί το νερό εκτοξεύεται σε διαφορετικές αποστάσεις.

5. Στη διπλανή εικόνα, τα σημεία Α και Β βρίσκονται στο ίδιο βάθος, το νερό έχει την ίδια πυκνότητα στις δύο λίμνες, όμως ο όγκος του νερού στην αβαθή λίμνη είναι πολύ μεγαλύτερος απ' ότι στη βαθιά λίμνη.



- α. Σε ποιο από τα σημεία Α και Β η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη;
- β. Σε ποιο από τα δύο φράγματα η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.



6. Τα φράγματα έχουν μικρό πάχος στο πάνω μέρος τους και μεγάλο πάχος στο κάτω μέρος τους. Για ποιο λόγο κατασκευάζονται με αυτόν τον τρόπο;

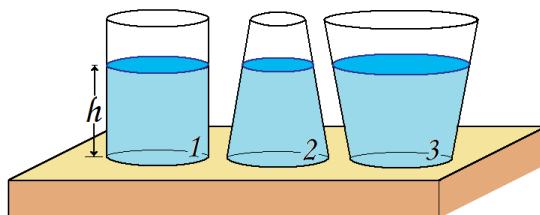
7. Στη διπλανή εικόνα παριστάνονται τρία δοχεία διαφορετικού σχήματος. Τα δοχεία περιέχουν το ίδιο υγρό, στο ίδιο ύψος και οι πυθμένες τους έχουν το ίδιο εμβαδόν.

- α. Να συγκρίνετε τις πιέσεις που ασκεί το υγρό στους πυθμένες των δοχείων.

β. Να συγκρίνετε τις δυνάμεις που ασκεί το υγρό στους πυθμένες των δοχείων.

γ. Να συγκρίνετε τις δυνάμεις που ασκούν τα δοχεία στο τραπέζι πάνω στο οποίο ισορροπούν.

δ. Ποιο είναι το υδροστατικό παράδοξο;



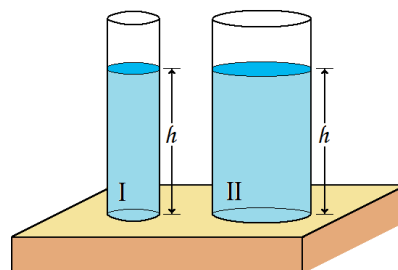
8. Πολλαπλής επιλογής με δικαιολόγηση: Τα δοχεία του σχήματος περιέχουν το ίδιο υγρό, το οποίο φτάνει στο ίδιο ύψος h σε κάθε δοχείο. Το δεύτερο δοχείο έχει τετραπλάσιο εμβαδόν βάσης από το πρώτο.

A. Να συγκρίνετε τις πιέσεις που ασκεί το υγρό στους πυθμένες των δύο δοχείων.

α. Είναι ίσες.

β. Στο δοχείο I είναι τετραπλάσια.

γ. Στο δοχείο II είναι τετραπλάσια.



B. Να συγκρίνετε τις πιεστικές δυνάμεις που ασκεί το υγρό στους πυθμένες των δύο δοχείων.

α. Είναι ίσες.

β. Στο δοχείο I είναι τετραπλάσια.

γ. Στο δοχείο II είναι τετραπλάσια.

9. Δύο δοχεία περιέχουν υγρά, το ένα λάδι και το άλλο νερό. Το εμβαδόν της βάσης του πρώτου δοχείου είναι μεγαλύτερο από του δεύτερου, ενώ η στάθμη των υγρών στα δύο δοχεία είναι στο ίδιο ύψος. Με δεδομένο ότι η πυκνότητα του νερού είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του λαδιού, να συγκρίνετε τις υδροστατικές πιέσεις στους πυθμένες των δύο δοχείων.



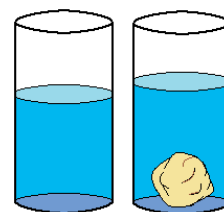
10. Πολλαπλής επιλογής με δικαιολόγηση: Μέσα σ' ένα δοχείο με νερό αφήνουμε να βυθιστεί μια πέτρα. Τι θα συμβεί με την πίεση του νερού στον πυθμένα του δοχείου;

α. Θα αυξηθεί.

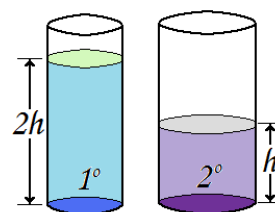
β. Θα μειωθεί.

γ. Θα παραμείνει ίδια.

Δικαιολογήστε την επιλογή σας.

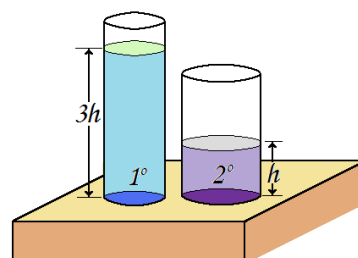


11. Πολλαπλής επιλογής με δικαιολόγηση: Οι πυθμένες των δοχείων του διπλανού σχήματος δέχονται την ίδια υδροστατική πίεση. Αν η πυκνότητα του υγρού στο 1^ο δοχείο είναι $d_1 = 0,8 \text{ g/cm}^3$, τότε η πυκνότητα του υγρού στο 2^ο δοχείο



- α. είναι $0,4 \text{ g/cm}^3$
 β. είναι $0,8 \text{ g/cm}^3$
 γ. είναι $1,6 \text{ g/cm}^3$
 δ. αδύνατο να υπολογιστεί αν δε γνωρίζουμε τα εμβαδά των βάσεων των δοχείων

12. Πολλαπλής επιλογής με δικαιολόγηση: Οι πυθμένες των δοχείων του διπλανού σχήματος δέχονται την ίδια υδροστατική πίεση. Αν η πυκνότητα του υγρού στο 1ο δοχείο είναι $d_1 = 0,8 \text{ g/cm}^3$, τότε η πυκνότητα του υγρού στο 2ο δοχείο



- α. είναι $0,2 \text{ g/cm}^3$
 β. είναι $0,6 \text{ g/cm}^3$
 γ. είναι $1,8 \text{ g/cm}^3$
 δ. αδύνατο να υπολογιστεί αν δε γνωρίζουμε τα εμβαδά των βάσεων των δοχείων

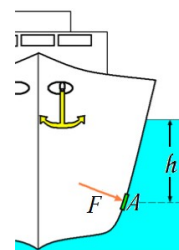
ασκήσεις

1. Ένα υποβρύχιο βρίσκεται σε βάθος 10 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.



- α. Πόση είναι η υδροστατική πίεση σε αυτό το βάθος;
 β. Μια καταπακτή που βρίσκεται σε αυτό το βάθος έχει διαστάσεις 0,5 m επί 0,4 m. Να υπολογίσετε τη δύναμη που δέχεται η καταπακτή από το νερό. Δίνονται η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι περίπου 1000 kg/m^3 και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

2. Σ' ένα πλοίο δημιουργείται λόγω μιας σύγκρουσης ένα ρήγμα που έχει εμβαδόν 200 cm^2 σε βάθος 4 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Για να εμποδίσουμε την εισροή του νερού στο πλοίο, τοποθετούμε ένα ξύλινο πώμα στο ρήγμα.



- α. Να υπολογίσετε την πίεση που ασκεί το νερό στο πώμα.
 β. Ποιο είναι το μέτρο της ελάχιστης δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε στο πώμα ώστε να εμποδίσουμε την εισροή του νερού στο πλοίο; Δίνονται η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι περίπου 1000 kg/m^3 και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4.3. Ατμοσφαιρική πίεση

Η Γη περιβάλλεται από ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της γης αποτελείται από ένα μείγμα αερίων (άζωτο, οξυγόνο, κ.λ.π.) που ονομάζεται ατμοσφαιρικός αέρας. Όπως όλα τα ρευστά, έτσι και ο ατμοσφαιρικός αέρας ασκεί πίεση σε όλα τα σώματα που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν.

Ατμοσφαιρική πίεση ονομάζουμε την πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας σε κάθε επιφάνεια που βρίσκεται μέσα σ' αυτόν.

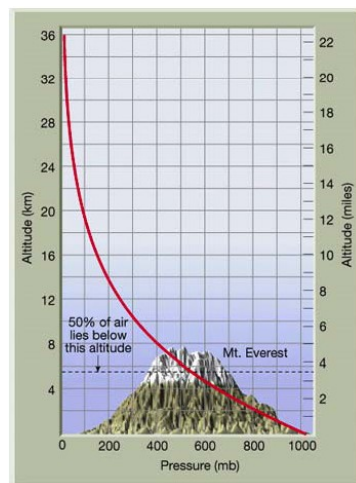
Που οφείλεται η ατμοσφαιρική πίεση;

Η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στη βαρύτητα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας μπορεί να είναι αόρατος, αλλά έχει μάζα και δέχεται από τη Γη τη δύναμη του βάρους του. Η αιτία της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το βάρος του ατμοσφαιρικού αέρα. Η Σελήνη δεν έχει ατμόσφαιρα, επειδή η βαρύτητά της δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να την κρατήσει.

Από τι εξαρτάται η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης;

Η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης σ' έναν τόπο **εξαρτάται από το υψόμετρο** του τόπου. Λόγω του βάρους τους, τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας πιέζουν τα κατώτερα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ατμοσφαιρική πίεση να είναι **μεγαλύτερη στην επιφάνεια της θάλασσας και να ελαττώνεται με το ύψος.**

Στην κορυφή του Έβερεστ η ατμοσφαιρική πίεση είναι περίπου ίση με το 1/3 της τιμής που έχει στην επιφάνεια της θάλασσας.



Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας

Η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας ονομάζεται **πίεση μίας ατμόσφαιρας** και συμβολίζεται με 1 atm. ($1 \text{ atm} = 100.000 \text{ Pa}$) ή $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$

Το πείραμα του Torricelli

Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης ονομάζονται **βαρόμετρα**. Το πρώτο βαρόμετρο κατασκευάστηκε τον 17^ο αιώνα από τον Ιταλό φυσικό Evangelista **Torricelli**.



Ο Τορικήλι χρησιμοποίησε ένα γυάλινο σωλήνα μήκους 1 m, τον οποίο γέμισε με υδράργυρο. Στη συνέχεια τον αντέστρεψε μέσα σε μια λεκάνη, η οποία επίσης περιείχε υδράργυρο. Παρατήρησε ότι το ύψος της στήλης του υδραργύρου μέσα στο σωλήνα έφθασε στο 76 cm. Το γεγονός ότι ο υδράργυρος του σωλήνα δε χύθηκε όλος μέσα στη λεκάνη, απέδειξε την ύπαρξη της ατμοσφαιρικής πίεσης, που ασκείται πάνω στην επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης.

Υπολογισμός ατμοσφαιρικής πίεσης με το πείραμα του Torricelli

- Στην επιφάνεια της λεκάνης, άρα και στο σημείο A, ασκείται ατμοσφαιρική πίεση: $P_A = P_{\text{ατμ}}$
- Πάνω από τη στήλη υδραργύρου (Hg) του σωλήνα δημιουργήθηκε κενό. Αφού στην επιφάνεια της στήλης δεν ασκείται κάποια πίεση, άρα η μόνη πίεση στο σημείο B είναι η υδροστατική πίεση της στήλης υδραργύρου: $P_B = P_{\text{Hg}}$

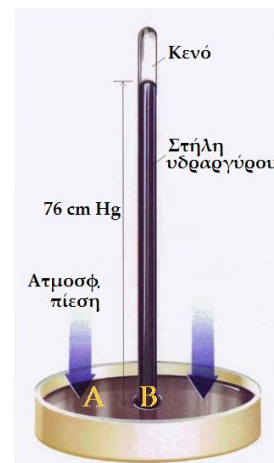
Τα σημεία A και B βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, άρα δέχονται ίσες πιέσεις επομένως: $P_{\text{ατμ}} = P_{\text{Hg}}$

Συμπέρασμα:

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με την υδροστατική πίεση που προκαλεί στη βάση της μια στήλη υδραργύρου ύψους $h = 76 \text{ cm}$.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ύψος της στήλης είναι $h = 76 \text{ cm} = 0,76 \text{ m}$, η πυκνότητα του υδραργύρου $d = 13,6 \text{ g/cm}^3 = 13.600 \text{ kg/m}^3$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας περίπου $g = 10 \text{ m/s}^2$ υπολογίζεται ότι η ατμοσφαιρική πίεση ισούται με:

$$P = d g h = 103.360 \text{ N/m}^2 = 103.360 \text{ Pa}$$



Πόσο μεγάλες είναι οι δυνάμεις που ασκούνται λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης;

- Λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης τα σώματα δέχονται τεράστιες δυνάμεις. Σ' ένα τραπέζι εμβαδού 1 m^2 η δύναμη που ασκείται από τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι 100.000 N . Η δύναμη αυτή αντιστοιχεί με βάρος 10 τόνων!
- Δύναμη της τάξης των 100.000 N ασκείται και στο ανθρώπινο σώμα που έχει εμβαδόν μεταξύ ενός και δύο τετραγωνικών μέτρων. Η δύναμη αυτή θα μας συνέθλιβε, αν δεν υπήρχε η πίεση στο εσωτερικό του σώματός μας, η οποία εξουδετερώνει την ατμοσφαιρική πίεση. Γι' αυτό το λόγο δεν αισθανόμαστε συνήθως την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης. Όταν όμως ανεβαίνουμε σε σχετικά μεγάλο ύψος, αισθανόμαστε πόνο στα αυτιά μας εξαιτίας της μείωσης της ατμοσφαιρικής πίεσης.
- Για να πιούμε το αναψυκτικό μας με καλαμάκι, αρχικά **ρουφάμε τον αέρα** που υπήρχε στο εσωτερικό του. Ο ατμοσφαιρικός αέρας πιέζει την εξωτερική επιφάνεια του αναψυκτικού και αναγκάζει το χυμό να κινηθεί προς το στόμα μας. Στη Σελήνη, όπου δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, δε θα μπορούσαμε να πιούμε το χυμό μας με καλαμάκι.



Απλά πειράματα

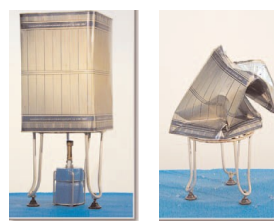
- Αν με ένα καλαμάκι ρουφήξουμε τον αέρα από ένα χάρτινο κουτί χυμού, η εξωτερική δύναμη που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας θα προκαλέσει την παραμόρφωση του κουτιού.
- Ομοίως, αν αφαιρέσουμε τον αέρα από μια βεντούζα πιέζοντάς την **σε λείο τοίχο**, αυτή παραμένει κολλημένη σ' αυτόν λόγω της εξωτερικής δύναμης που δέχεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα.



- Γεμίζουμε ένα ποτήρι με νερό μέχρι το χείλος του. Βάζουμε στα χείλη του ποτηριού ένα φύλλο χαρτί και αναποδογυρίζουμε το ποτήρι. Το νερό δε χύνεται, επειδή η ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στο κάτω μέρος του χαρτιού εξουδετερώνει την υδροστατική πίεση που ασκεί το νερό στο πάνω μέρος.



- Σε ένα μεταλλικό δοχείο βάζουμε λίγο νερό και το αφήνουμε να βράσει. Καθώς οι υδρατμοί βγαίνουν από το δοχείο συμπαρασύρουν και ένα μέρος από τον αέρα του δοχείου. Όταν εξαερωθεί όλο το νερό, κλείνουμε το καπάκι και ψύχουμε το δοχείο. Το δοχείο συνθλίβεται, επειδή η πίεση στο εσωτερικό του είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση στο εξωτερικό.



ερωτήσεις

1. Συμπλήρωσης κενού (κάθε κενό αντιστοιχεί σε μια μόνο λέξη):

α. Η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στο του αέρα.

β. Μονάδα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης στο SI είναι το 1

γ. Η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας ονομάζεται πίεση μιας

δ. Πίεση 1 atm είναι περίπου ίση με Pa.

ε. Κατάλληλο όργανο για τη μέτρησή της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το

στ. Ο πρώτος που μέτρησε την ατμοσφαιρική πίεση ήταν ο Ιταλός φυσικός

ζ. Στο πείραμα του Τορικέλι η στήλη υδραργύρου ισορροπεί σε ύψος cm.

2. Σωστό-Λάθος: Ο Τορικέλι στο πείραμά του για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης

α. εκμεταλλεύτηκε το βασικό νόμο της υδροστατικής.

β. χρησιμοποίησε ένα σωλήνα μήκους 76 cm.

γ. θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει νερό αντί για υδράργυρο.

δ. θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένα σωλήνα ανοιχτό και στα δύο άκρα του.

3. Πολλαπλής επιλογής: Σε ποια από τις παρακάτω περιοχές η ατμοσφαιρική πίεση είναι μεγαλύτερη;

α. Στην κορυφή του Ολύμπου.

β. Στην κορυφή του Χορτιάτη.

γ. Στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης.

δ. Είναι ίδια και στις τρεις περιοχές.

4. Πολλαπλής επιλογής: Πραγματοποιούμε το πείραμα του Τορικέλι σε περιοχές με διαφορετικό υψόμετρο. Σε ποια από τις παρακάτω περιοχές το ύψος h της στήλης υδραργύρου είναι μικρότερο;

α. Στην κορυφή του Ολύμπου.

β. Στην κορυφή του Χορτιάτη.

γ. Στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης.

δ. Είναι πάντα $h = 76 \text{ cm}$, ανεξάρτητα από τον τόπο στον οποίο κάνουμε το πείραμα.

5. Σωστό-Λάθος:

α. Στη Σελήνη δεν υπάρχει ατμοσφαιρική πίεση.

β. Το ανθρώπινο σώμα δε συνθλίβεται εξαιτίας της ατμοσφαιρικής πίεσης, γιατί ασκείται σ' αυτό πολύ μικρή δύναμη.

γ. Τα όργανα που μετρούν την ατμοσφαιρική πίεση είναι τα πιεσόμετρα.

δ. Αν αφαιρέσουμε τον αέρα από ένα κουτάκι αναψυκτικού, αυτό θα συνθλιβεί λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης.

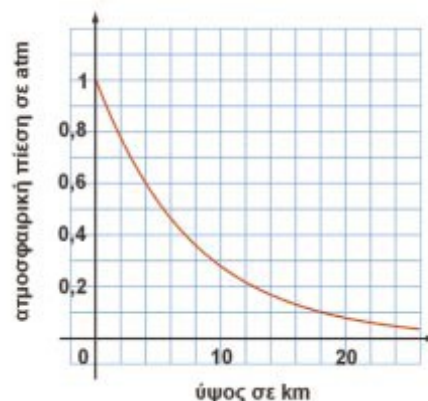
ε. Η ατμοσφαιρική πίεση έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία της ατμόσφαιρας.

6. Συμπλήρωσης κενού:

Το διπλανό διάγραμμα δείχνει πως μεταβάλλεται η ατμοσφαιρική πίεση σε σχέση με το υψόμετρο.

α. Η ατμοσφαιρική πίεση σε υψόμετρο 4000 m είναι

β. Σε ύψος η ατμοσφαιρική πίεση είναι η μισή από την τιμή που έχει στην επιφάνεια της θάλασσας.



γ. Σε ύψος η ατμοσφαιρική πίεση γίνεται 10 φορές μικρότερη από την τιμή που έχει στην επιφάνεια της θάλασσας.

7. Πολλαπλής επιλογής: Πραγματοποιούμε το πείραμα του Τορικέλι στον ίδιο τόπο χρησιμοποιώντας διαφορετικά υγρά. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις χρειαζόμαστε σωλήνα μεγαλύτερου μήκους;

α. Αν χρησιμοποιήσουμε οινόπνευμα με πυκνότητα $0,8 \text{ g/cm}^3$

β. Αν χρησιμοποιήσουμε λάδι με πυκνότητα $0,9 \text{ g/cm}^3$

γ. Αν χρησιμοποιήσουμε νερό με πυκνότητα 1 g/cm^3

δ. Αν χρησιμοποιήσουμε υδράργυρο με πυκνότητα $13,6 \text{ g/cm}^3$

ασκήσεις

1. Σ' έναν τόπο όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P_{\text{ατμ}} = 1 \text{ atm}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$ πραγματοποιούμε το πείραμα του Τορικέλι χρησιμοποιώντας νερό, αντί για υδράργυρο. Αν η πυκνότητα του νερού είναι $d_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, ποιο είναι το ελάχιστο μήκος του σωλήνα που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε;

2. Σ' έναν τόπο όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P_{\text{ατμ}} = 1 \text{ atm}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$ πραγματοποιούμε το πείραμα του Τορικέλι χρησιμοποιώντας οινόπνευμα, αντί για υδράργυρο. Αν η πυκνότητα του οινόπνευματος είναι $d = 900 \text{ kg/m}^3$, ποιο είναι το ελάχιστο μήκος του σωλήνα που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε;