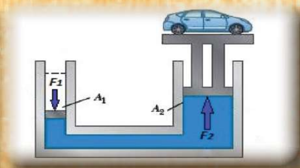
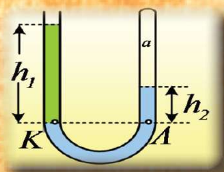
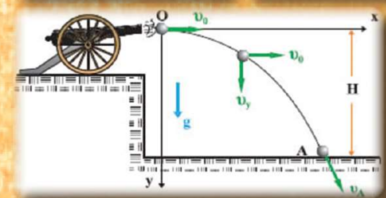
φροντιστήρια
Μπαχαρακη

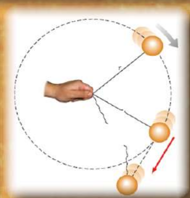
η εκπαίδευση στις καλύτερες στιγμές της

Φυσική
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
Κρούσεις - Ρευστά



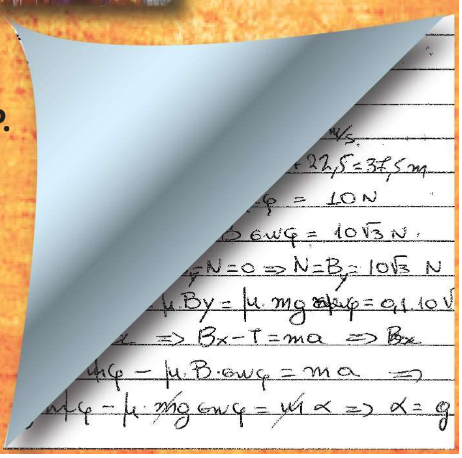



ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ:

ΖΟΡΜΠΑΣ Γ. Φυσικός MSc PhD
ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Δ. Φυσικός - Χημικός
ΚΑΛΚΙΤΣΑΣ ΧΡ. Φυσικός

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ:

ΑΜΠΑΤΖΙΔΗΣ ΚΩΝ. Φυσικός
ΤΣΑΠΑΝΙΔΗΣ Η. Φυσικός MSc



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό αποτελεί συνέχεια της νέας ολοκληρωμένης σειράς βοηθημάτων από την Α έως την Γ Λυκείου στο μάθημα της Φυσικής. Λόγω των νέων παραμέτρων και απαιτήσεων που έχουν δημιουργηθεί, το συγκεκριμένο εγχειρίδιο στοχεύει στην άριστη προετοιμασία των υποψηφίων της ομάδας θετικού προσανατολισμού στο μάθημα της φυσικής από την τάξη της Β λυκείου.

Εκπονήθηκε από έμπειρους και καταξιωμένους εκπαιδευτικούς των Φροντιστηρίων ΜΠΑΧΑΡΑΚΗ , οι οποίοι έχουν να επιδείξουν αναγνωρισμένο συγγραφικό και επιστημονικό έργο.

Κάθε κεφάλαιο περιέχει:

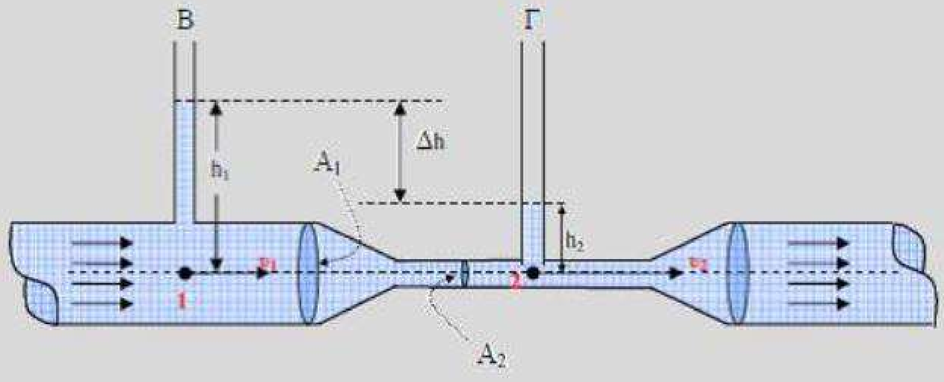
- ✓ σύντομη θεωρία
- ✓ μεθοδολογία επίλυσης των προβλημάτων
- ✓ ερωτήσεις ανάκλησης γνώσης-προσομοίωση στο 1^o θέμα
- ✓ ερωτήσεις κατανόησης-προσομοίωση στο 2^o θέμα
- ✓ ασκήσεις και προβλήματα -προσομοίωση στο 3^o και 4^o θέμα

Συγγραφική ομάδα

Ζορμπάς Γεώργιος	**Δημόπουλος Δημήτρης**	**Καλκίτσας Χρήστος**
Φυσικός MSc PhD	Φυσικός – Χημικός	Φυσικός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4



Οριζόντια βολή
Ομαλή κυκλική κίνηση
Ορμή – Κρούσεις
Ρευστά

4. Ρευστά

4.1 Εισαγωγή (Έννοιες και μεγέθη)

Ποια σώματα λέμε ρευστά

• Ρευστά λέμε τα σώματα που έχουν την ιδιότητα να ρέουν.

Τέτοια σώματα είναι τα **ΥΓΡΑ** και τα **ΑΕΡΙΑ**.

Χαρακτηριστικά των ρευστών

Υγρά	Αέρια
Διατηρούν **σταθερό όγκο**, όπου μετακινηθούν (για ορισμένη θερμοκρασία). Αποκτούν το σχήμα του χώρου που καταλαμβάνουν.	**Δεν διατηρούν σταθερό όγκο**. Καταλαμβάνουν όλο τον χώρο, όπου μετακινηθούν.
Είναι πρακτικά **ασυμπίεστα** (ο όγκος σταθερός, ανεξάρτητος από την πίεση).	Είναι **συμπιεστά** (ο όγκος εξαρτάται από την πίεση).

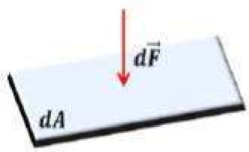
• **Ομογενές** λέγεται το ρευστό που η πυκνότητά του είναι ίδια σε κάθε σημείο του.

• Η **πυκνότητα ρ** ομογενούς ρευστού (που έχει μάζα m και καταλαμβάνει όγκο V) είναι μονόμετρο μέγεθος που υπολογίζεται από τη σχέση: $\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$

Μονάδα μέτρησης πυκνότητας στο S.I. : $1\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

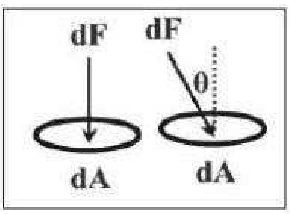
Τι είναι η πίεση;

• **Πίεση (p)**: Ορίζεται ως το πηλίκο του μέτρου της δύναμης $d\vec{F}$ που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια εμβαδού dA προς το εμβαδόν αυτό.



Η πίεση είναι μονόμετρο μέγεθος και υπολογίζεται από τη σχέση: $\boxed{p = \frac{dF}{dA}}$

• Αν η δύναμη που ασκείται σε μια επιφάνεια σχηματίζει γωνία θ με την κάθετο στην επιφάνεια, τότε για τον υπολογισμό της πίεσης χρησιμοποιούμε την κάθετη συνιστώσα της δύναμης και έχουμε:



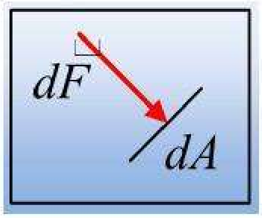
$$p=\frac{dF_{\kappa}}{dA}=\frac{dF\cdot \sigma\upsilon\nu\theta}{dA}$$

Μονάδα μέτρησης πίεσης στο S.I.: $1\frac{N}{m^2}=$ **1 Pa (Πασκάλ)**

Άλλες μονάδες πίεσης:

Τεχνητή μονάδα **1 atm = 1,013·10^5 Pa = 760 mm Hg = 760 Torr,** **1 bar = 10^5 Pa**

Πίεση σε σημείο ενός ρευστού.



• Η πίεση του ρευστού στη στοιχειώδη επιφάνεια εμβαδού dA είναι ίση με το πηλίκο του μέτρου dF της δύναμης που δέχεται η στοιχειώδης επιφάνεια, προς το εμβαδόν αυτής (η δύναμη δρα κάθετα στην επιφάνεια). $p=\frac{dF}{dA}$

• Αν η δύναμη $\vec{F}$ είναι ισοκατανεμημένη σε όλη την έκταση της επιφάνειας Α του ρευστού, τότε η πίεση υπολογίζεται από τη σχέση: $\boxed{p=\frac{F}{A}}$

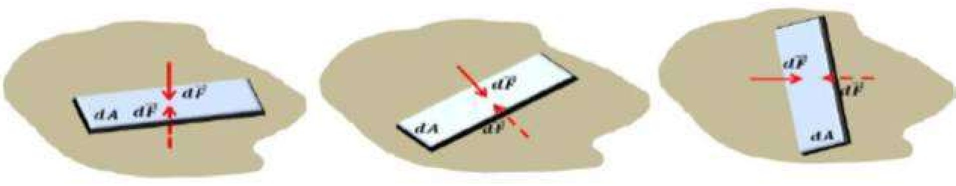
4.2 Ρευστά σε ισορροπία

Πότε ένα ρευστό είναι σε ισορροπία

i. Ένα ρευστό είναι σε ισορροπία, όταν κάθε στοιχειώδες τμήμα του παραμένει στο ίδιο σημείο και δεν μετακινείται.

ii. Τα μόρια που αποτελούν το τμήμα του ρευστού μπορεί να κινούνται, αλλά ως ενιαίο σύνολο παραμένει στη θέση του.

• Αν σ' ένα ρευστό που βρίσκεται σε ισορροπία τοποθετήσουμε μια στοιχειώδη επιφάνεια dA, τότε το ρευστό ασκεί στην επιφάνεια δύναμη $d\vec{F}$ κάθετη σ' αυτή, **ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό της επιφάνειας**.



Επειδή το ρευστό είναι σε ισορροπία, τα μέτρα των δυνάμεων $d\vec{F}$ είναι ίδια και στις δύο πλευρές της επιφάνειας dA, αλλιώς θα είχαμε ροή.

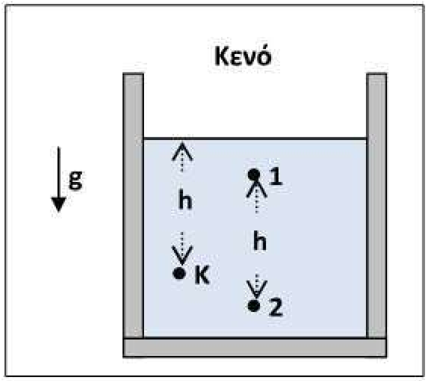
Πώς κατανέμεται η πίεση μέσα σ' ένα υγρό που ισορροπεί;

Όταν εξετάζουμε την κατανομή της πίεσης μέσα σ' ένα υγρό που ισορροπεί πρέπει να γίνεται η διάκριση ανάμεσα στις παρακάτω περιπτώσεις:

Α) Η πίεση του υγρού οφείλεται αποκλειστικά σε **πεδίο βαρύτητας**.

Β) Το υγρό θεωρείται ότι βρίσκεται **έξω από πεδίο βαρύτητας**, οπότε η πίεση προέρχεται αποκλειστικά από κάποιο εξωτερικό αίτιο όπως π.χ. **έμβολο** που πιέζεται εξωτερικά.

Α) Η πίεση του υγρού οφείλεται αποκλειστικά σε πεδίο βαρύτητας.



Υδροστατική πίεση, p: Είναι η πίεση που οφείλεται στο βάρος του ακίνητου υγρού και έχει νόημα μόνο όταν το υγρό βρίσκεται μέσα στο πεδίο βαρύτητας.

Η υδροστατική πίεση p δεν είναι ίδια σε όλη την έκταση του υγρού, αλλά εξαρτάται από το βάθος h του θεωρούμενου σημείου. Για το σημείο Κ ισχύει: $\boxed{p_K = \rho \cdot g \cdot h}$ (1)

όπου ρ, η πυκνότητα του υγρού, h το βάθος πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού και g η επιτάχυνση της βαρύτητας. (Θεωρούμε ότι το δοχείο βρίσκεται στο κενό, δηλαδή ότι δεν υπάρχει ατμόσφαιρα).

Η σχέση (1) λέγεται και **θεμελιώδης νόμος της υδροστατικής.**

Σημειώνουμε ότι η σχέση **$p = \rho \cdot g \cdot h$** μας δίνει **μόνο την υδροστατική πίεση σε βάθος h**.

● Καλύτερα να έχουμε κατά νου ότι η παραπάνω σχέση υπολογίζει τη διαφορά πίεσης δύο σημείων του υγρού **2** και **1** που απέχουν μεταξύ τους κατακόρυφα κατά h, δηλαδή θα έχουμε:

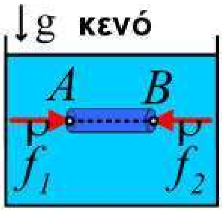
$$\Delta p = \rho g h \rightarrow p_2 - p_1 = \rho g h \rightarrow \mathbf{p_2 = p_1 + \rho \cdot g \cdot h}$$

όπου p_2 και p_1 η πίεση στα δύο σημεία **2** και **1** του υγρού αντίστοιχα.

Απόδειξη:

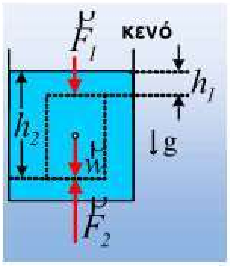
Κατ' αρχάς να τονισθεί, ότι οι πιέσεις σε δυο σημεία στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, εντός ενός υγρού σε ακινησία, είναι ίσες. Γιατί;

Έστω δύο σημεία Α και Β στο ίδιο βάθος μέσα σε ένα υγρό. Αν πάρουμε την ποσότητα του υγρού ενός κυλίνδρου με βάσεις εμβαδού δΑ στα σημεία αυτά, τότε η μάζα αυτή δέχεται από το υπόλοιπο υγρό, οριζόντιες δυνάμεις f_1 και f_2, όπως στο διπλανό σχήμα. Αλλά αν το υγρό ηρεμεί, η μάζα αυτή του νερού ισορροπεί, οπότε:



$\Sigma F_x=0$ ή $f_1=f_2$ ή $p_A \cdot \delta A = p_B \cdot \delta A$ ή $p_A=p_B$.

Έστω τώρα ότι σε ένα δοχείο, έχουμε υγρό σε ηρεμία και ας μην λάβουμε υπόψη την ατμοσφαιρική πίεση (κενό). Ας πάρουμε μια ποσότητα υγρού, σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου με βάσεις, εμβαδού Α και ύψος h, όπως στο διπλανό σχήμα. Το παραλληλεπίπεδο αυτό ισορροπεί με την επίδραση των δυνάμεων από το υπόλοιπο υγρό, από το οποίο δέχεται τις δυνάμεις F_1 και F_2 του σχήματος, καθώς και δυνάμεις στις κατακόρυφες έδρες του, δυνάμεις οριζόντιες. Οι οριζόντιες αυτές δυνάμεις δεν χρειάζεται να μας απασχολήσουν, αφού η ποσότητα αυτή δεν επιταχύνεται οριζόντια, συνεπώς η συνισταμένη τους είναι μηδενική. Πάμε στις κατακόρυφες δυνάμεις.



$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_2 - F_1 = w \text{ ή}$$

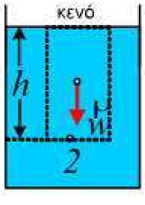
$$p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = m \cdot g \ \mathbf{(2)} \rightarrow \ p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = \rho \cdot g \cdot V \rightarrow$$

$$p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = \rho \cdot g \cdot A(h_2 - h_1) \rightarrow \ p_2 - p_1 = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow$$

$$\mathbf{p_2 = p_1 + \rho \cdot g \cdot h} \quad \mathbf{(3)}$$

όπου p_2 η πίεση σε βάθος h_2 και p_1 σε βάθος h_1 από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού. Αν τώρα το σημείο **1** είναι η επιφάνεια του υγρού, όπως στο διπλανό σχήμα, τότε $p_1=0$ και η σχέση **(3)** δίνει:

$\mathbf{p_2 = \rho \cdot g \cdot h}$ **(4)**



- Εξάλλου από την σχέση (2) προκύπτει ότι αν το βάρος της ποσότητας αυτής του νερού είναι μηδενικό (**εκτός πεδίου βαρύτητας**), τότε οι πιέσεις σε δύο σημεία με διαφορετικό βάθος ($h_2 \neq h_1$), θα ήταν ίσες και από την **(4)**, θα είχαμε

$$p_2 = 0 = p_1$$

Συμπεράσματα:

Από τη σχέση (4) προκύπτει ότι η υδροστατική πίεση είναι **ανεξάρτητη** από το **σχήμα του δοχείου**. Άρα:

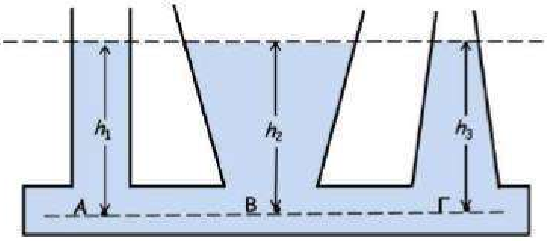
i) τα σημεία που βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο μέσα στο ίδιο υγρό (ίδιο ρ, h), θα έχουν την ίδια πίεση.

ii) στα συγκοινωνούντα δοχεία θα έχω:

$p_A = p_B = p_\Gamma \rightarrow p_{\varepsilon\xi} + \rho g h_1 = p_{\varepsilon\xi} + \rho g h_2 = p_{\varepsilon\xi} + \rho g h_3 \rightarrow \mathbf{h_1 = h_2 = h_3}$ δηλαδή:

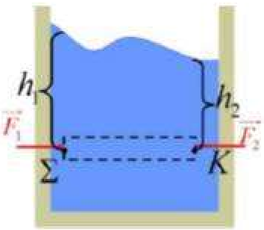
Στα συγκοινωνούντα δοχεία ό,τι σχήμα κι αν έχουν τα δοχεία, το υγρό φτάνει παντού στο ίδιο ύψος.

iii) η ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού που ισορροπεί **θα είναι πάντοτε οριζόντια.**



Απόδειξη:

Έστω δύο σημεία Σ και Κ μέσα στο υγρό που ισορροπεί, στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Έστω ότι η ελεύθερη επιφάνειά του δεν είναι οριζόντια, με αποτέλεσμα για τα βάθη των δύο σημείων να ισχύει, $h_1 \neq h_2$. Αν πάρουμε την ποσότητα του υγρού ενός κυλίνδρου με βάσεις εμβαδού dA στα σημεία αυτά, τότε η μάζα αυτή δέχεται από το υπόλοιπο υγρό, οριζόντιες δυνάμεις $\vec{F}_1$ και $\vec{F}_2$, όπως στο διπλανό σχήμα. Αλλά αν το υγρό ηρεμεί, η μάζα αυτή του νερού ισορροπεί, οπότε:



$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_1 = F_2 \rightarrow$$

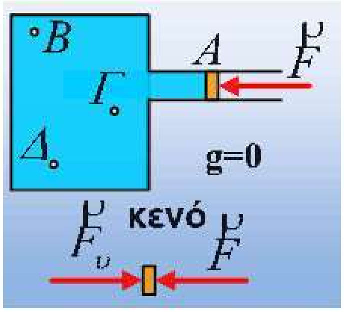
$$p_1 \cdot dA = p_2 \cdot dA \rightarrow p_1 = p_2 \rightarrow$$

$$p_{\varepsilon\xi} + \rho \cdot g \cdot h_1 = p_{\varepsilon\xi} + \rho \cdot g \cdot h_2 \rightarrow h_1 = h_2$$

Β) Το υγρό θεωρείται ότι βρίσκεται έξω από πεδίο βαρύτητας (g = 0).

Στην περίπτωση αυτή στο υγρό ασκείται κάποια εξωτερική δύναμη, όπως στο διπλανό σχήμα. Το δοχείο, βρίσκεται **εκτός πεδίου βαρύτητας, στο κενό (δεν υπάρχει ατμόσφαιρα)** και κλείνεται με ένα έμβολο στο οποίο ασκούμε **εξωτερική δύναμη F**. Από την ισορροπία του εμβόλου, προκύπτει ότι δέχεται και από το υγρό μια δύναμη $F_υ$, οπότε:

$$\Sigma F = 0 \rightarrow F_υ = F.$$



Όμως η δύναμη αυτή που ασκεί το υγρό στο έμβολο, οφείλεται στην πίεση του υγρού, αφού $F_υ = p{\cdot}A$.

Στην πραγματικότητα δηλαδή μέσω του εμβόλου ασκείται εξωτερική δύναμη στο υγρό F. Αλλά τότε κάθε σημείο του υγρού αποκτά την ίδια τιμή πίεσης $p = \frac{F_υ}{A} = \frac{F}{A}$.

Ισχύει δηλαδή: $p_B = p_Γ = p_Δ = \frac{F}{A}$

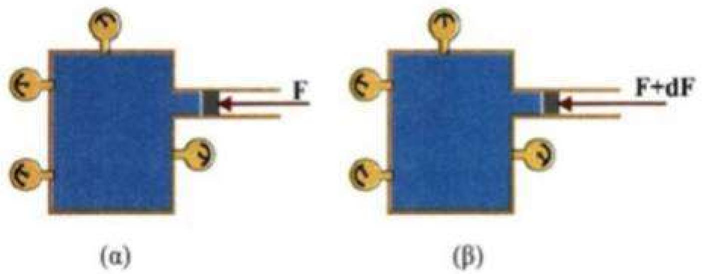
Στην περίπτωση αυτή, μιλάμε για **πίεση εξαιτίας εξωτερικού αιτίου**.

4.3 Αρχή του Pascal (Πασκάλ)

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

Η μεταβολή της πίεσης που δημιουργεί ένα εξωτερικό αίτιο, σε κάποιο σημείο του υγρού που βρίσκεται σε κλειστό δοχείο, μεταφέρεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του ρευστού και στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει. (αρχή του Pascal)

Για παράδειγμα, στο κλειστό δοχείο του σχήματος **1.(α)** , τα μανόμετρα δείχνουν όλα την ίδια πίεση όταν το δοχείο βρίσκεται **εκτός πεδίου βαρύτητας** ίση με $p = \frac{F}{A}$. Αν αυξηθεί η δύναμη που ασκείται στο έμβολο κατά dF θα αυξηθεί και η πίεση σε όλα τα μανόμετρα κατά $\frac{dF}{A}$ (Α εμβαδόν του εμβόλου). Οπότε η τιμή της πίεσης στο σχήμα **1.(β)** σε όλα τα μανόμετρα θα είναι $p = \frac{F + dF}{A}$.



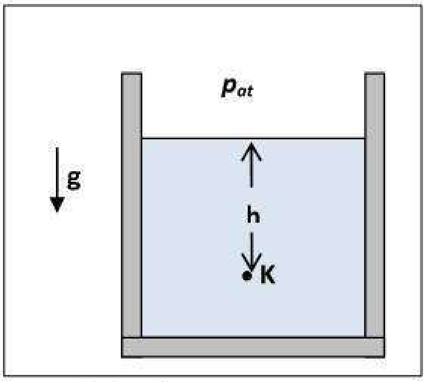
Σχ. 1. (α) Το δοχείο βρίσκεται εκτός πεδίου βαρύτητας. Η πίεση που δημιουργεί η δύναμη μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του υγρού .
(β) Αν αυξηθεί η δύναμη, η πίεση στο υγρό αυξάνεται ομοιόμορφα σε όλα τα σημεία του.

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 dF θα αυξηθεί και η πίεση σε όλα τα μανόμετρα κατά $\frac{dF}{A}$.

Ατμοσφαιρική πίεση: Είναι η πίεση της ατμόσφαιρας της Γης, η πίεση στη βάση του αέριου όγκου μέσα στον οποίο ζούμε. Η μέση τιμή της στην επιφάνεια της θάλασσας υπό κανονικές συνθήκες είναι $p_{ατμ}=1{,}013\cdot10^5Pa = 1atm$.

Υπολογισμός της πίεσης σε βάθος υγρού, που έχει ελεύθερη επιφάνεια σε επαφή με τον αέρα.

Αν κάποιο υγρό ισορροπεί σε ανοιχτό δοχείο, στην ελεύθερη επιφάνειά του ασκείται η ατμοσφαιρική πίεση. Έτσι η πίεση σε βάθος h θα είναι $\mathbf{p = p_{at} + \rho\cdot g\cdot h}$,
ακριβώς επειδή, όπως προβλέπει η αρχή του Pascal, η ατμοσφαιρική πίεση μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του υγρού. Δηλαδή θα έχουμε:
Σε βάθος h από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού η πίεση οφείλεται



- στην ατμοσφαιρική πίεση και
- στο βάρος του υπερκείμενου υγρού (υδροστατική πίεση).

$\mathbf{p_K = p_{at} + \rho\cdot g\cdot h}$

Η ολική (απόλυτη) πίεση: Είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής και τη υδροστατικής πίεσης σε βάθος h ενός ακίνητου υγρού που βρίσκεται σε ανοικτό δοχείο μέσα στο πεδίο βαρύτητας.

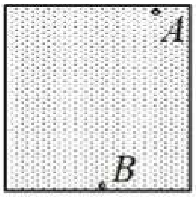
$$p_{ολ} = p_{at} + ρ \cdot g \cdot h$$

• Σύμφωνα με την αρχή του Pascal η ατμοσφαιρική πίεση ως εξωτερικό αίτιο μεταδίδεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του ρευστού.

• Η πίεση που δέχεται μια επιφάνεια που βρίσκεται σε κάποιο βάθος ενός υγρού δεν εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

• Η υδροστατική πίεση στον πυθμένα ενός δοχείου δεν εξαρτάται από το σχήμα του δοχείου ή από την ποσότητα του υγρού που περιέχει.

Σχόλιο:



Ας ξεκαθαρίσουμε λίγο τις «διαφορές» αερίων και υγρών, όσον αφορά την πίεση.

Αν έχω ένα αέριο σε ένα δοχείο, εκτός πεδίου βαρύτητας, αυτό ασκεί πίεση η οποία οφείλεται στις κρούσεις των μορίων με τα τοιχώματα. Ας πούμε ότι αυτή είναι 100.000 Pa. Η πίεση αυτή είναι σταθερή σε όλα τα σημεία του δοχείου. Δηλαδή p_A=p_B=100.000 Pa.

Αν το δοχείο αυτό μεταφερθεί στην επιφάνεια της Γης, όπου υπάρχει βαρύτητα, τότε οι παραπάνω κρούσεις συμβαίνουν με τον ίδιο τρόπο, συνεπώς η πίεση εξαιτίας της άτακτης κίνησης των μορίων στο σημείο Α θα είναι ξανά p_A=100.000 Pa.

Στο σημείο Β;

Εξαιτίας βαρύτητας θα ισχύει $p_B=p_A+ρgh$, όπου ρ η πυκνότητα του αερίου. Αυτό σημαίνει ότι για πυκνότητα 1,3kg/m^3 και h=1m, θα έχουμε:

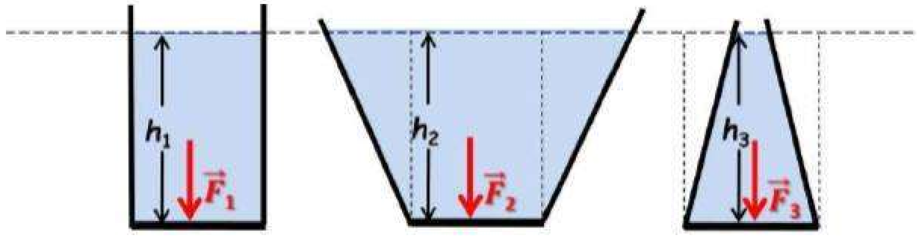
p_B=100.000 Pα + 1,3·10·1 Pα = 100.013 Pa.

Πράγμα που σημαίνει, ότι στην πράξη όταν μιλάμε για αέριο σε ένα δοχείο δεν λαμβάνουμε υπόψη μας την «υδροστατική πίεση» δηλαδή την πίεση που οφείλεται στο βάρος του αερίου. Πράγμα όμως, που κάνουμε όταν μιλάμε για ατμοσφαιρική πίεση! Εκεί λέμε ότι αυτή οφείλεται στο βάρος της ατμόσφαιρας!!!

Με την ίδια συλλογιστική και τα μόρια του υγρού κινούνται και συγκρούονται με τα τοιχώματα. Αλλά επειδή οι ταχύτητες των μορίων είναι πολύ μικρότερες από αυτές των αερίων η πίεση που οφείλεται στη θερμική τους κίνηση, παραλείπεται, οπότε λέμε ότι εκτός πεδίου βαρύτητας και χωρίς την επίδραση εξωτερικής δύναμης, η πίεση στα υγρά είναι μηδενική.

Υπολογισμός της δύναμης που δέχεται ο πυθμένας δοχείου που περιέχει υγρό.

Τα τρία δοχεία έχουν πυθμένες ίδιας διατομής Α και $h_1 = h_2 = h_3$. Η ατμοσφαιρική πίεση θεωρείται αμελητέα.



$F_1 = p_{πυθ} \cdot A = ρgh_1A = ρgV_1 = m_1 \cdot g$ (βάρος υγρού 1^ου^ δοχείου) όμοια:

$F_2 = p_{πυθ} \cdot A = ρgh_2A = ρgh_1A = ρgV_1 = m_1 \cdot g$

$F_3 = p_{πυθ} \cdot A = ρgh_3A = ρgh_1A = ρgV_1 = m_1 \cdot g$

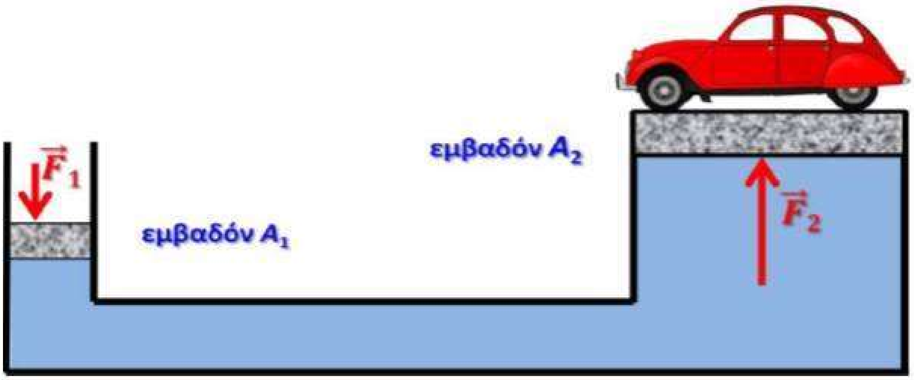
Παρά το γεγονός ότι **το βάρος του υγρού είναι διαφορετικό σε κάθε δοχείο**, ο πυθμένας δέχεται **δύναμη ίδιου μέτρου σε όλες τις περιπτώσεις** (όση είναι αυτή στο πρώτο δοχείο).

$$F_1 = F_2 = F_3$$

Ειδικά στο τρίτο δοχείο, η δύναμη F_3 που ασκείται στον πυθμένα είναι μεγαλύτερη (!) από το βάρος του υγρού στο δοχείο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **υδροστατικό παράδοξο**.

Εφαρμογή της αρχής του Pascal στον υδραυλικό ανυψωτήρα.

Ασκούμε δύναμη $\vec{F}_1$ στο μικρό έμβολο Η δημιουργούμενη πρόσθετη πίεση,



$p = \dfrac{F_1}{A_1}$ (1), μεταδίδεται σε όλα τα σημεία του υγρού, άρα και στο έμβολο διατομής A_2

δηλαδή, $p = \dfrac{F_2}{A_2}$ (2). Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε $\dfrac{F_2}{A_2} = \dfrac{F_1}{A_1} \Rightarrow F_2 = F_1 \dfrac{A_2}{A_1}$ άρα $F_2 > F_1$

δηλαδή ο υδραυλικός ανυψωτήρας πολλαπλασιάζει τη δύναμη κατά παράγοντα ίσο με το λόγο των εμβαδών των δύο εμβόλων.

φροντιστήρια

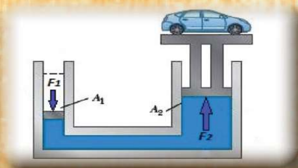
Μπαχαρακη

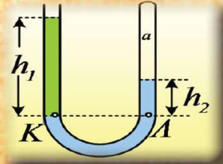
η εκπαίδευση στις καλύτερες στιγμές της

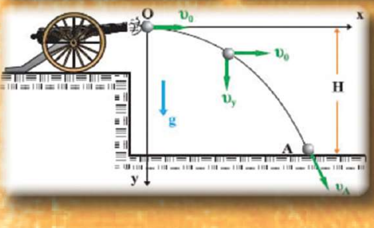
Φυσική

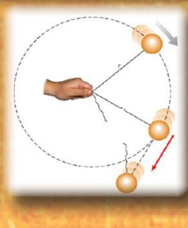
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

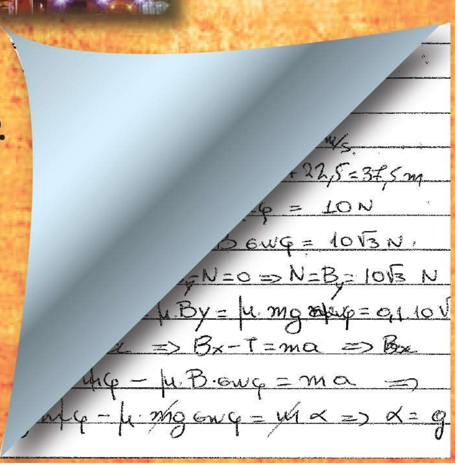
Κρούσεις - Ρευστά







ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ:

ΖΟΡΜΠΑΣ Γ. Φυσικός MSc PhD

ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Δ. Φυσικός - Χημικός

ΚΑΛΚΙΤΣΑΣ ΧΡ. Φυσικός

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ:

ΑΜΠΑΤΖΙΔΗΣ ΚΩΝ. Φυσικός

ΤΣΑΠΑΝΙΔΗΣ Η. Φυσικός MSc