Ρευστά 1 (Στατική ρευστών)

ΔΙΑΒΑΣΜΑ:

- **Βασικές Αρχές Φυσικής στις Επιστήμες Υγείας**, Freedman Roger A. *et al*.: Παράγραφοι §11.1 – 11.5, 11.8
- **Φυσική για τις Επιστήμες Ζωής**, Newman Jay: Παράγραφοι §8.1, 8.2, 8.5, 8.5.1, 8.6
- Διαφάνειες «Ρευστά 1 (Στατική ρευστών)» και «01_ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ» στο **open eclass**

Ρευστά 1 (Στατική ρευστών)

Μαθησιακοί στόχοι:

1. Να αναφέρετε και να αναλύετε τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ υγρών και αερίων
2. Να μπορείτε να ορίσετε την πίεση
3. Να μπορείτε να εφαρμόζετε τον ορισμό της πυκνότητας.
4. Να υπολογίζετε την πίεση σε ορισμένο βάθος ενός υγρού και ύψους ενός αερίου στην περίπτωση της στατικής των ρευστών.
5. Να εξηγείτε τη διαφορά μεταξύ απόλυτης και διαφορικής πίεσης.
6. Να υπολογίζετε τη δύναμη που δέχεται ένα σώμα εξαιτίας της διαφοράς πιέσεων στις επιφάνειές του.
7. Να εφαρμόζετε την αρχή του Αρχιμήδη για να υπολογίσετε τη δύναμη της άνωσης σε ένα σώμα που βρίσκεται εντός κάποιου ρευστού και τη μέση πυκνότητα του σώματος.

ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Ρευστά: Υλικά που δεν έχουν καθορισμένο σχήμα (***ρέουν***), αλλά παίρνουν εκείνο του ¨δοχείου¨ μέσα στο οποίο βρίσκονται.

Υγρά (έχουν καθορισμένο όγκο)

Αέρια (καταλαμβάνουν ολόκληρο τον όγκο που τους προσφέρεται – δεν έχουν καθορισμένο ούτε όγκο ούτε σχήμα.)

ΡΕΥΣΤΑ ΚΑΙ Ο ΚΟΣΜΟΣ ΓΥΡΩ ΜΑΣ

- Αναπνέουμε, πίνουμε, εκκρίνουμε. Αίμα, το ζωτικό ρευστό στο ανθρώπινο καρδιοαγγειακό σύστημα. Ρευστά στους ωκεανούς, στην ατμόσφαιρα και βαθιά στον ρευστό πυρήνα της γης.
- Π.χ. Αυτοκίνητο: Ρευστά στα ελαστικά των τροχών, στη δεξαμενή καυσίμων, στο ψυγείο, στο καρμπιρατέρ, στην εξάτμιση, στην μπαταρία, στους υαλοκαθαριστήρες, στο σύστημα κλιματισμού, στο σύστημα λίπανσης, στα υδραυλικά συστήματα.
- Χρησιμοποιούμε την κινητική ενέργεια κινούμενων ρευστών στους ανεμόμυλους και νερόμυλους και την δυναμική τους ενέργεια σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Ορίζουμε ως ρευστά τα υλικά που ρέουν, *όμως* ...

Ορισμένα υλικά όπως ***η πίσσα*** χρειάζονται αρκετό χρόνο για να πάρουν το σχήμα του ¨δοχείου¨ που τους προσφέρεται.

Σε αρκετά υψηλές πιέσεις (>1.7×10^{11} Pa) ακόμη και το διαμάντι ρέει σαν μαλακό κερί...

Πότε ένα υλικό θα ορίζεται ως ρευστό;

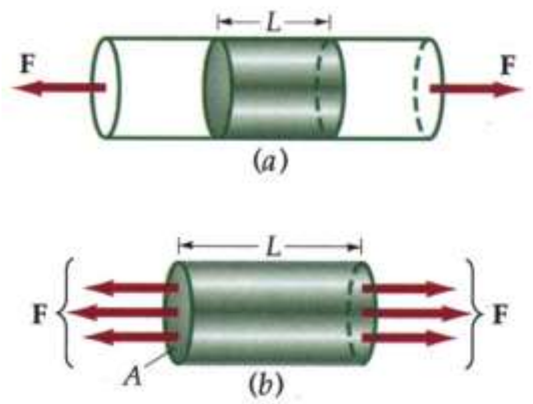
ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

Μερικές βασικές έννοιες της Μηχανικής Στερεών για την κατανόηση
των παραμορφώσεων στα ρευστά

Όταν ένα τεμάχιο στερεού υποστεί την επενέργεια δυνάμεων των οποίων το άθροισμα είναι μηδέν, παραμορφώνεται χωρίς να μεταβάλλεται η κινητική του κατάσταση.

Ελαστική παραμόρφωση: Επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση
Πλαστική παραμόρφωση: Δεν επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση

Ελαστική παραμόρφωση → Όριο ελαστικότητας → Πλαστική παραμόρφωση

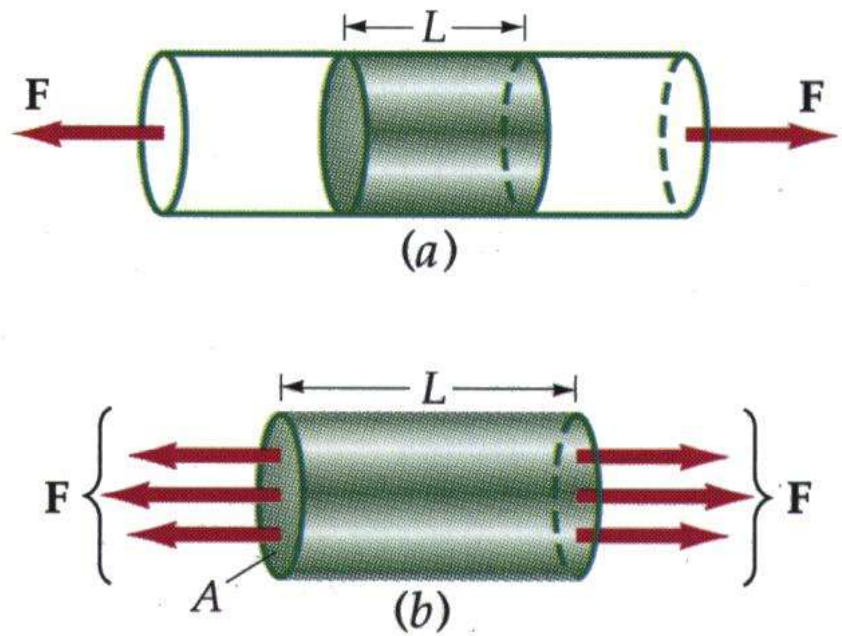


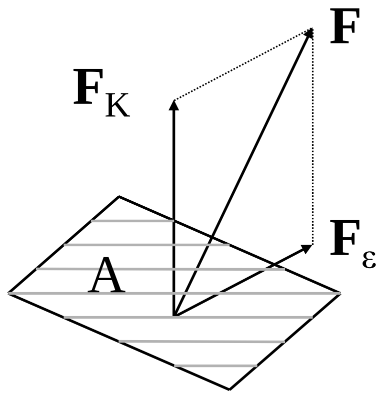
Ράβδος ομοιόμορφης εγκάρσιας διατομής ***υπό τάση.***

Η δύναμη που ασκείται στα άκρα της ράβδου ¨διαδίδεται¨ και στο εσωτερικό της και ασκείται μεταξύ των επιμέρους τμημάτων που την αποτελούν. Στο τμήμα της διατομής που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από τα άκρα της ράβδου, οι δυνάμεις F κατανέμονται ομοιόμορφα σ' ολόκληρη την επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής.

ΤΑΣΗ

$$\vec{\Sigma} = \frac{\vec{F}}{A}$$





F_K: κάθετη προς την επιφάνεια

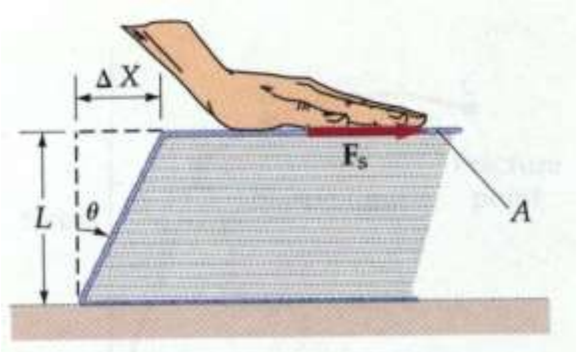
Κάθετη τάση $\sigma = \dfrac{F_\kappa}{A}$

F_K με φορά από την επιφάνεια προς τον κενό χώρο **ΤΑΣΗ ΕΛΚΥΣΜΟΥ**

F_K με φορά από τον κενό χώρο προς την επιφάνεια **ΤΑΣΗ ΘΛΙΨΕΩΣ**

F_ε: παρ/λη προς την επιφάνεια

Διατμητική τάση $\tau = \dfrac{F_\varepsilon}{A}$



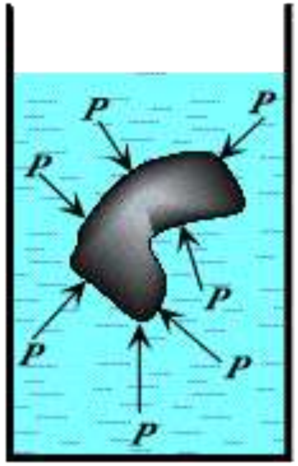
ΡΕΥΣΤΑ ονομάζονται τα υλικά που όταν δεχτούν διατμητικές τάσεις αντιδρούν ρέοντας, μέχρι να ηρεμήσουν (ως προς κάποιο σύστημα αναφοράς) όταν αυτές δεν υφίστανται πλέον

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

ΠΙΕΣΗ

Η δύναμη F που ασκείται από ένα ρευστό σε ηρεμία σε μια στοιχειώδη στερεά επιφάνεια Α είναι πάντα και παντού κάθετη σε αυτήν την επιφάνεια.

Αν με κάποιο τρόπο το υγρό ασκήσει διατμητική δύναμη στην Α τότε, όπως ορίζει και ο 3ος νόμος του Νεύτωνα, η επιφάνεια θα αντιδράσει ασκώντας αντίθετη διατμητική δύναμη στο ρευστό το οποίο, όμως, είναι εξ ορισμού ανίκανο να αντισταθεί σε διατμητικές τάσεις και επομένως ρέει μέχρι να επανέλθει σε ηρεμία.



ΠΙΕΣΗ: Το μέτρο της δύναμης F που δρα κάθετα και κατανέμεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια A στην μονάδα της επιφάνειας αυτής:

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

Η πίεση είναι **βαθμωτό** μέγεθος. Σε κάθε σημείο έχει μια συγκεκριμένη τιμή όχι, όμως κατεύθυνση.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

S.I. 1 Pascal = 1 Pa = 1 N/m^2

ΜΕΡΙΚΕΣ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

	ΠΙΕΣΗ (Pa)
Στο κέντρο του Ήλιου	2×10^{16}
Στο κέντρο της Γης	4×10^{11}
Η μεγαλύτερη στο εργαστήριο	$1{,}5 \times 10^{10}$
Στη βαθύτερη περιοχή ωκεανού	$1{,}1 \times 10^{8}$
Μυτερά τακούνια σε πίστα χορού	1×10^{6}
Ελαστικά αυτοκινήτου [1]	2×10^{5}
Ατμόσφαιρα σε θαλάσσιο επίπεδο	1×10^{5}
Κανονική πίεση αίματος [1]	$1{,}6 \times 10^{4}$
Δυνατότερος ανεκτός ήχος [1, 2]	30
Ασθενέστερος ανιχνεύσιμος ήχος [1, 2]	3×10^{-5}
Καλύτερο εργαστηριακό κενό	10^{-12}

[1] Επιπλέον πίεση της ατμοσφαιρικής

[2] Πίεση στο ανθρώπινο τύμπανο στα 1000Hz

ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

1 atm = 1.01 x 10^5 Pa — Η πίεση της γήινης ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της θάλασσας

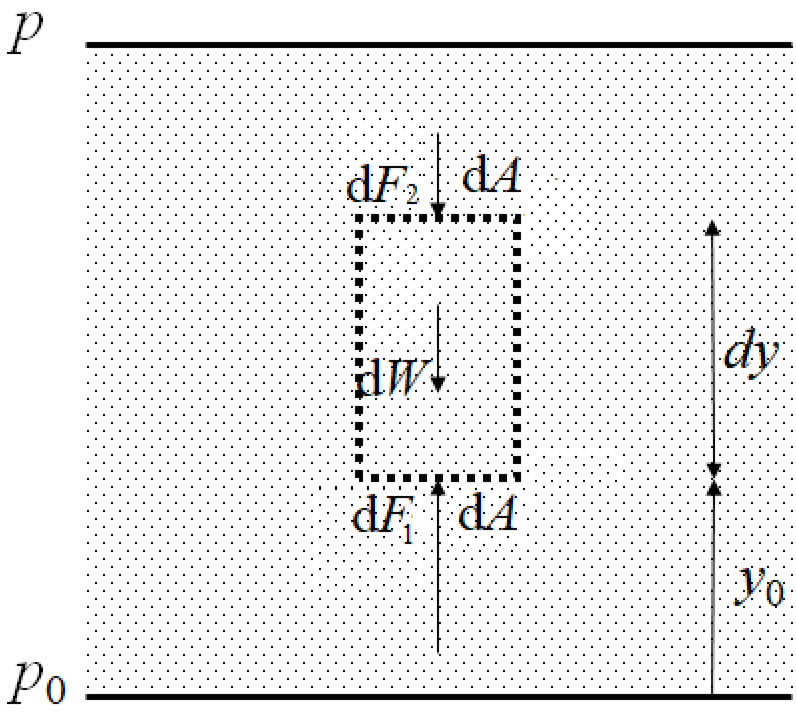
1 Torr = 1 mm Hg — (1 atm = 760 mm Hg)

1 Bar ≈ 1 τεχνική ατμόσφαιρα = — ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

= 10^6 dyn/cm^2 (C.G.S.)

1 μ = 10^{-3} Torr — μικρό: για τη μέτρηση του κενού

ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ



✓Το ρευστό είναι σε ηρεμία

✓Εξετάζουμε την ισορροπία των δυνάμεων σε ένα δείγμα ρευστού που περιέχεται σε ένα υποθετικό ορθό κύλινδρο στοιχειώδους όγκου dV μέ βάση dA

$\mathrm{d}V = \mathrm{d}A\ \mathrm{d}y$ και $\mathrm{d}m = \rho\ dA\ dy$

$$\mathrm{d}F_1 - \mathrm{d}F_2 - \mathrm{d}W = 0$$

Έστω: $\mathrm{d}F_1 = p_1\ \mathrm{d}A$ και $\mathrm{d}F_2 = p_2\ \mathrm{d}A$

επίσης $\mathrm{d}W = \mathrm{d}m\ g = \rho\ g\ dV = \rho\ g\ dA\ dy$

$$\boxed{p_2 - p_1 = \mathrm{d}p = -\rho\ g\ dy}$$

Το αρνητικό σημείο υπεισέρχεται γιατί η πίεση ελαττώνεται με το ύψος, η δε παρουσία του g σημαίνει ότι η μεταβολή της πιέσεως σε ρευστό συγκεκριμένης ρ οφείλεται αποκλειστικά στη βαρύτητα.

Η σχέση ονομάζεται **θεμελιώδης εξίσωση της στατικής των ρευστών**

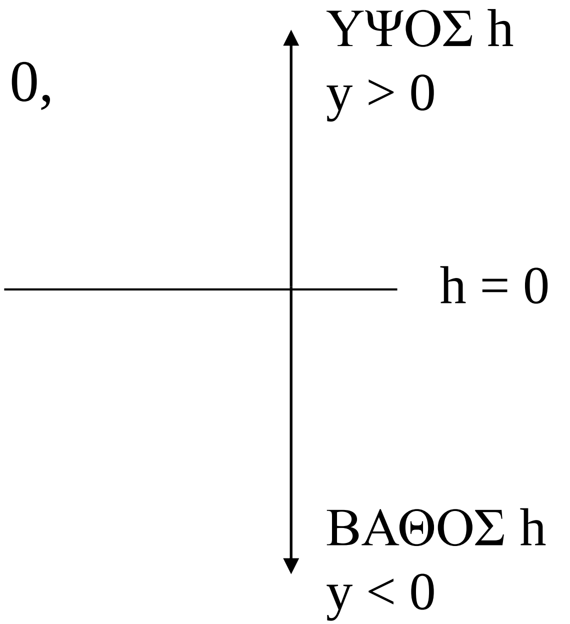
ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Θεμελιώδης εξίσωση της στατικής των ρευστών: $\boxed{\mathrm{d}p = -\rho\, g\, \mathrm{d}y}$

Όταν το ρευστό είναι υγρό η πυκνότητα είναι παντού σταθερή, γιατί τα υγρά είναι ασυμπίεστα.
Άν p_0 η πίεση στην επιφάνεια του ρευστού όπου $h = 0$,

τότε η πίεση p σε ΒΑΘΟΣ h ($y = -h$) θα είναι:

$$\int_{p_0}^{p} \mathrm{d}p = -\rho g \int_{0}^{y} \mathrm{d}y \xRightarrow{y\,=\,-h} p - p_0 = \rho g h$$



$$\boxed{p = p_0 + \rho g h}$$

θεμελιώδης εξίσωση της υδροστατικής

η υπερπίεση $\rho g h$ καλείται **υδροστατική πίεση**

ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

Αν το ρευστό είναι ***αέριο*** η πυκνότητα ρ μεταβάλλεται με το ύψος. Αν υποτεθεί ότι το αέριο είναι ιδανικό και ότι τόσο η απόλυτη θερμοκρασία του T, όσο και η σχετική μοριακή μάζα M του αερίου παραμένουν σταθερά σε ολόκληρο τον θεωρούμενο χώρο, από την εξίσωση των ιδανικών αερίων:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

V ο όγκος που καταλαμβάνουν n γραμμομόρια

R η σταθερά των ιδανικών αερίων (= 8,3145 J/mol K)

προκύπτει ότι η πυκνότητα ρ είναι: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{M}{RT}p$

Component	Volume Percentage	Partial Pressure (mmHg)	Molecular Mass
Nitrogen (N_2)	78.08	593.4	28.013
Oxygen (O_2)	20.95	159.2	31.998
Argon (Ar)	0.93	7.1	39.948
Carbon dioxide (CO_2)	0.03	0.2	43.999
	99.99%	759.9 mmHg	28.95 avg

Τότε από τη θεμελιώδη εξίσωση της στατικής των ρευστών $dp = -\rho g dy$

$$dp = -\frac{gM}{RT} p dy \Longrightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{gM}{RT} dy$$

Αν p_o η πίεση στην επιφάνεια της γής, όπου $h = 0$, η ολοκλήρωση δίνει:

Αντίθετα από ότι στην εξ. Υδροστατικής πίεσης θεωρούμε ότι το h αυξάνει από την επιφάνεια προς τα πάνω $y = h$ (> 0)

$$\int_{p_o}^{p} \frac{dp}{p} = -\frac{gM}{RT} \int_{o}^{y} dy \xRightarrow{y = h} \boxed{p = p_o e^{-\frac{gM}{RT} h}}$$

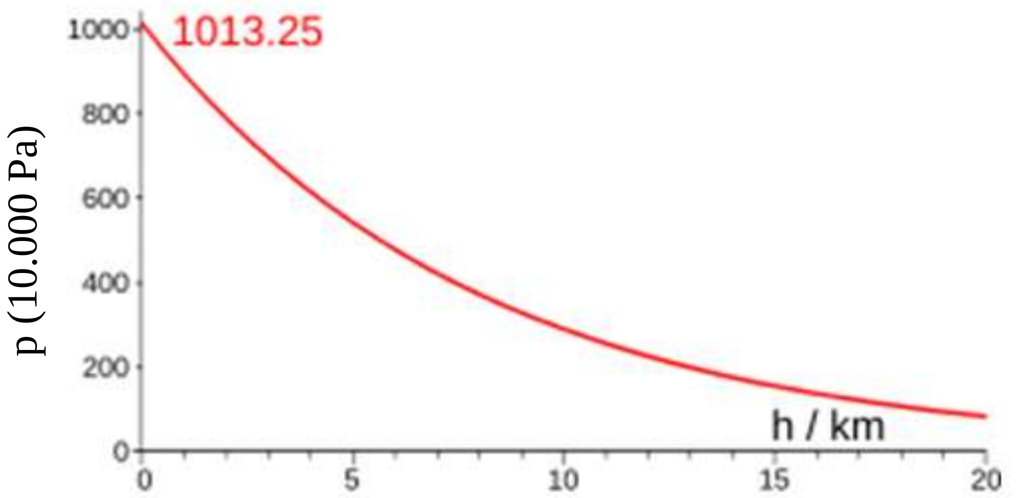
θεμελιώδης εξίσωση της αεροστατικής

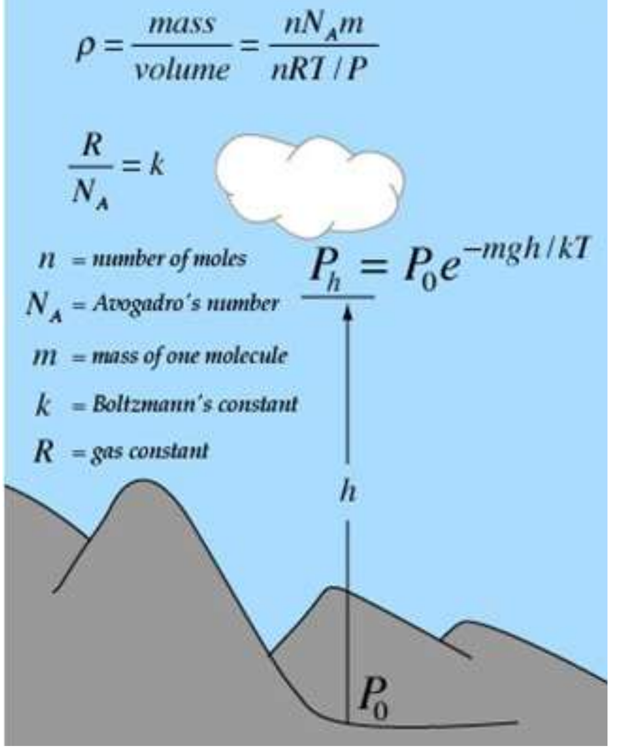
ή

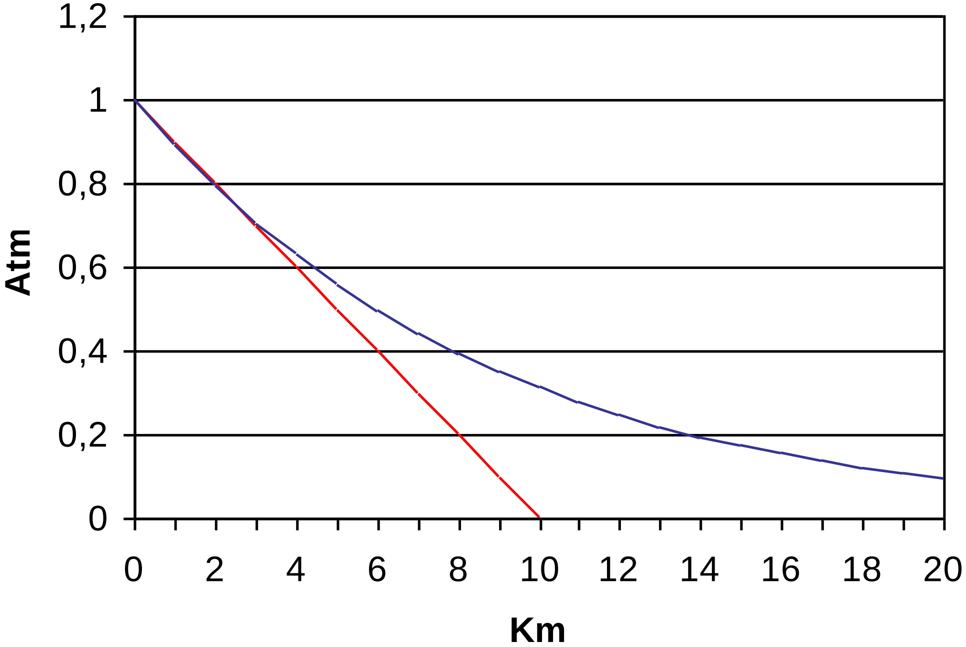
βαρομετρική εξίσωση

Component	Volume Percentage	Partial Pressure (mmHg)	Molecular Mass
Nitrogen (N_2)	78.08	593.4	28.013
Oxygen (O_2)	20.95	159.2	31.998
Argon (Ar)	0.93	7.1	39.948
Carbon dioxide (CO_2)	0.03	0.2	43.999
	99.99%	759.9 mmHg	28.95 avg

Η σχετική μοριακή μάζα του ξηρού αέρα είναι περίπου Μ = 29
ή η μέση μάζα των μορίων του ξηρού αέρα είναι περίπου 29 amu







βαρομετρική εξίσωση

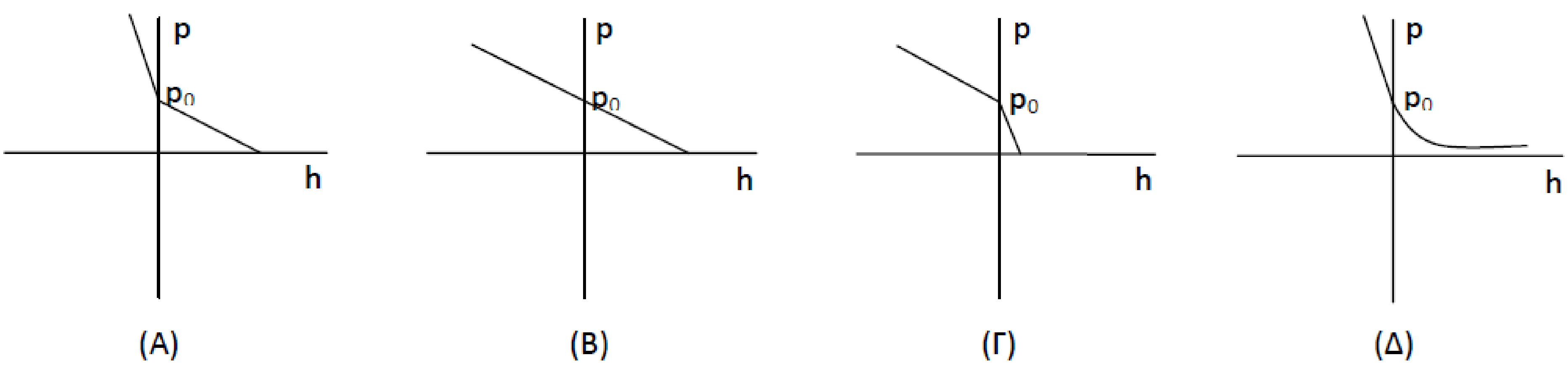
$$p = p_o e^{-\frac{gM}{RT}h}$$

h	Μετρούμενη Πίεση	Προβλεπόμενη Πίεση
30 km	9.5 torr	25 torr
60 km	0.21 torr	.8 torr
90 km	0.0019 torr	.03 torr

Ερώτηση κλειστού τύπου

(I) Ποιο από τα ακόλουθα διαγράμματα παριστάνει καλύτερα την πίεση που δέχεται ένα σώμα σε συνάρτηση με το βάθος ($h < 0$) που βρίσκεται στη θάλασσα και το ύψος ($h > 0$) πάνω από αυτήν στον αέρα ($p_0 = 1$ atm).

(II) Ποιο θα ήταν το καταλληλότερο διάγραμμα αν η θεμελιώδης εξίσωση της αεροστατικής (βαρομετρική)ήταν της ίδιας μορφής με τη θεμελιώδη εξίσωση της υδροστατικής, δηλαδή γραμμική;

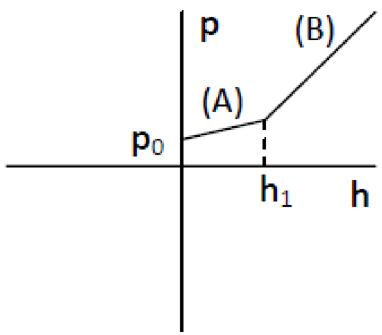


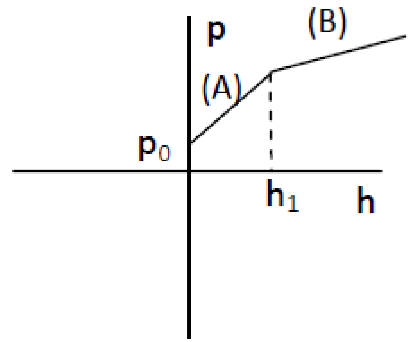
Ερώτηση κλειστού τύπου

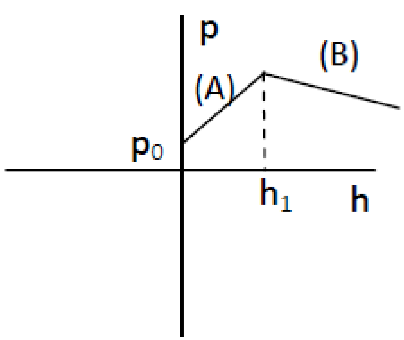
I) Ποιο από τα ακόλουθα διαγράμματα αποδίδει ορθότερα την υδροστατική πίεση σε συνάρτηση με το βάθος σε μίγμα λαδιού-νερού στο οποίο η διεπιφάνεια λαδιού-νερού παρατηρείται σε βάθος h_1 από την επιφάνεια του μίγματος στον αέρα;

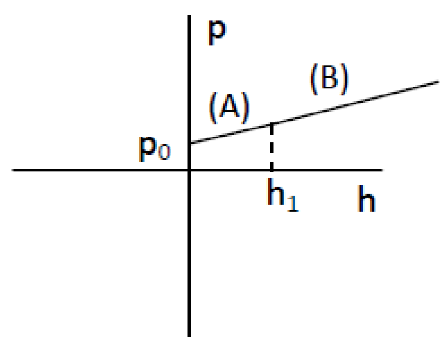
II) Αν η κλίση στο τμήμα (A) του διαγράμματος είναι 6500 $kg/m^2 \cdot s^2$, πόση είναι η πυκνότητα του λαδιού;

III) Πόση είναι η κλίση στο τμήμα (B) του διαγράμματος;









Ερώτηση κλειστού τύπου

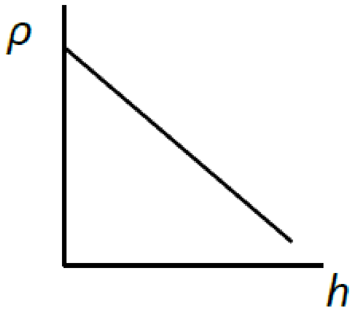
Μια τετράγωνη πλάκα πλευράς 1 m βρίσκεται στο έδαφος σε εξωτερικό χώρο εκτεθειμένη στον αέρα.
Μια ίδια πλάκα βρίσκεται σε έναν αεροστεγή θάλαμο κενού με άμμο στοιβαγμένη πάνω της. Πόση πρέπει να είναι η μάζα της άμμου ώστε η προς τα κάτω δύναμη που ασκείται και στις δύο πλάκες να είναι η ίδια;

Περίπου
(α) 10.000 kg.
(β) 1000 kg.
(γ) 100 kg.
(δ) 1 kg.

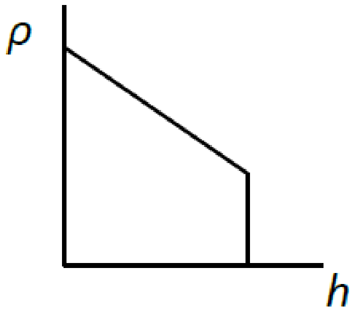
ΘΕΜΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ (2,5 μονάδες)

Η ατμοσφαιρική πίεση που δεχόμαστε ουσιαστικά εκφράζει το βάρος μιας κατακόρυφης στήλης αέρα, ύψους ίσου με της ατμόσφαιρας και διατομής όση η μονάδα επιφάνειας του εδάφους.

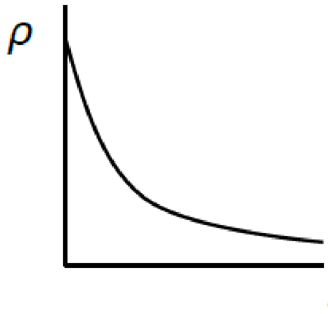
Α) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα δείχνει τη μεταβολή της πυκνότητας του αέρα σε συνάρτηση με το ύψος από το επίπεδο της θάλασσας;



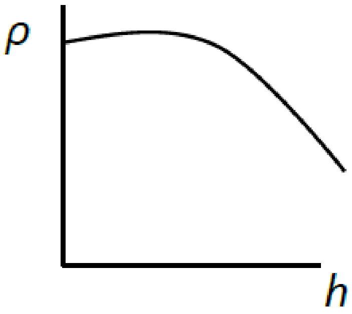
(Α)



(Β)



(Γ)



(Δ)

ΘΕΜΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ - συνέχεια (2,5 μονάδες)

Β) Αν η πυκνότητα του αέρα ήταν σταθερή καθ' ύψος (όπως των ασυμπίεστων υγρών) και ίση με την πυκνότητα σε μηδενικό υψόμετρο, σε πόσο ύψος θα έφτανε η ατμόσφαιρα; (Θεωρείστε ότι 1 atm ≈ 10^5 Pa, g = 10 m/s^2 και $\rho_{αερα}$ = 1,2 kg/m^3)

Συγκρίνετε αυτό το ύψος με το ύψος που συνήθως πετούν τα αεροπλάνα (10 km)

<u>Απάντηση:</u>

Αν ο αέρας συμπεριφερόταν όπως τα υγρά, δηλ $\rho_{αέρα} = \rho$ = σταθ. Τότε η μεταβολή της πίεσής του θα ήταν γραμμική όπως η υδροστατική εξίσωση:

$$\Delta p = p - p_0 = -\rho g h$$

Η ατμόσφαιρα φτάνει σε ύψος τέτοιο ώστε σε αυτό να μην υπάρχει καθόλου αέρας δηλ. η πίεσή του p να είναι μηδενική, οπότε

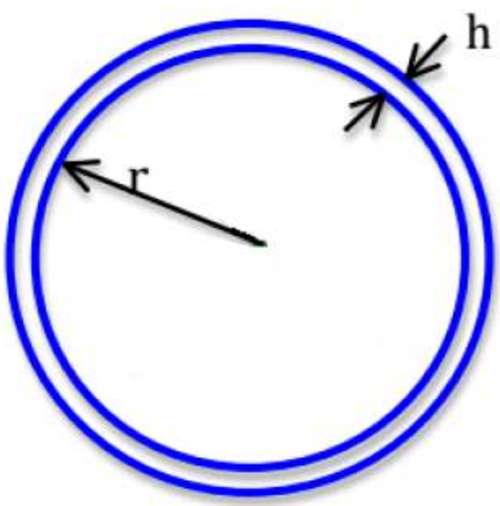
$$0 - p_0 = -\rho g h$$

Επομένως, $h = p_0 / \rho g = 10^5 \text{ Pa} / (1{,}2 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2) = 8{,}33 \cdot 10^3 \text{ m} = 8{,}33 \text{ km}$

Μικρότερο από αυτό που πετούν τα αεροπλάνα

ΘΕΜΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ - συνέχεια (2,5 μονάδες)

Γ) Με βάση το αποτέλεσμα που βρήκατε στο (Β) δείξτε ότι η μάζας της ατμόσφαιρας της Γης είναι $5{,}14 \cdot 10^{18}$ kg (ακτίνα Γης, r = 6400 km)



$$V_{\kappa\varepsilon\lambda\acute{\upsilon}\varphi o\upsilon\varsigma} = 4\pi\, r^2\, h$$

$m_{\alpha\tau\mu.\ \alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha} = \rho_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha}\, V_{\kappa\varepsilon\lambda\acute{\upsilon}\varphi o\upsilon\varsigma} = \rho_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha}\, 4\pi\, r^2\, h = 1{,}2\ \mathrm{kg/m^3} \cdot 4 \cdot 3{,}14 \cdot (6400 \cdot 10^3)^2 \cdot 8{,}33 \cdot 10^3\ \mathrm{m} =$
$5{,}14251 \cdot 10^{18}$ kg

ΘΕΜΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ - συνέχεια (2,5 μονάδες)

Δ) Τώρα που σχηματίσατε μια ιδέα για το μέγεθος της ατμόσφαιρας, πιστεύετε ότι είναι καλή ιδέα ότι η ανθρωπότητα αδειάζει $38{,}2 \cdot 10^{12}$ kg CO_2 ετησίως στην ατμόσφαιρα; Αν το μισό απορροφάται από τη βιόσφαιρα, ποια είναι η ετήσια αύξηση του ποσοστού CO_2 (σε ppm, δηλαδή μέρη/εκατομμύριο) στην ατμόσφαιρα;

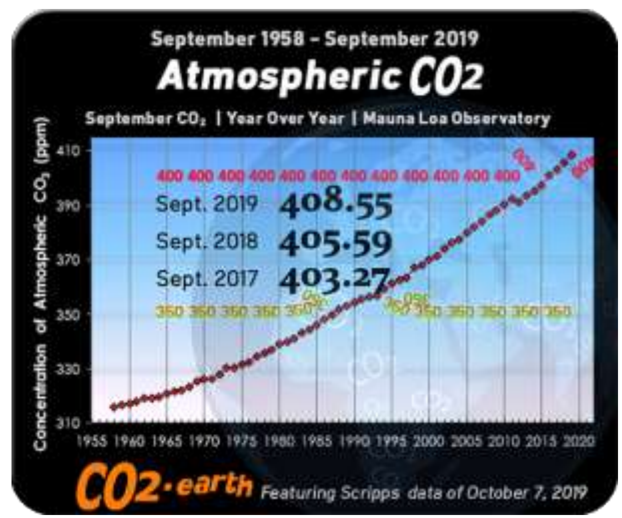
Δεν είναι καλή ιδέα!

Παραμένει η μισή ποσότητα CO_2, δηλαδή $19{,}1 \cdot 10^{12}$ kg ετησίως

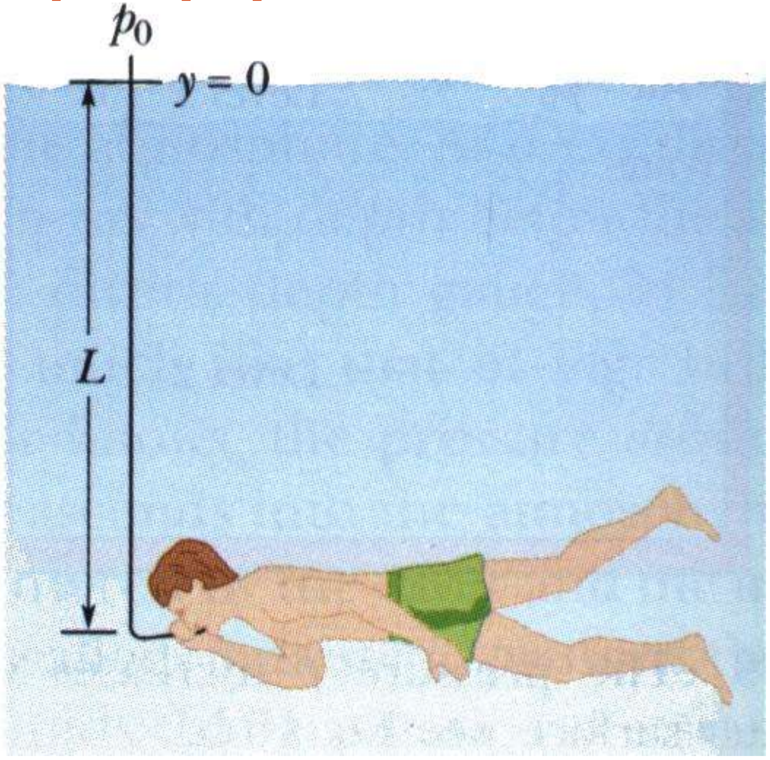
Άρα η ετήσια αύξηση είναι: $19{,}1 \cdot 10^{12}$ kg / $5{,}14 \cdot 10^{18}$ kg = $3{,}71 \cdot 10^{-6}$ δηλαδή 3,71 ppm

Decade	Atmospheric CO_2 Growth Rate
2005 - 2014	2.11 ppm per year
1995 - 2004	1.87 ppm per year
1985 - 1994	1.42 ppm per year
1975 - 1984	1.44 ppm per year
1965 - 1974	1.06 ppm per year
1959 - 1964 (6 years only)	0.73 ppm per year

ppm = parts per million



Ερώτηση κλειστού τύπου



Ένας δύτης σκέφτεται να επιμηκύνει τον τυπικό αναπνευστήρα του από τα 20cm στα 6m. Αν πραγματοποιήσει αυτήν την ιδέα ποια θα είναι η διαφορά Δp της εξωτερικής πίεσης πάνω του και της πίεσης του αέρα στους πνεύμονες του;

Πως θα χαρακτηρίζατε αυτήν την ιδέα;

Α. Τολμηρή και έξυπνη
Β. Έξυπνη και ασφαλή
Γ. Ανόητη και επικίνδυνη
Δ. Διασκεδαστική

Αρχικά, σκεφτείτε τον δύτη σε βάθος L = 6m χωρίς τον αναπνευστήρα. Η εξωτερική πίεση που δέχεται υπολογίζεται ως:

$$p = p_0 + \rho g L$$

Το σώμα του προσαρμόζεται σε αυτήν την πίεση σταδιακά μέχρις ότου οι εσωτερικές πιέσεις να είναι σε ισορροπία με την εξωτερική. Συγκεκριμένα, η μέση πίεση του αίματος αυξάνει και η μέση πίεση του αέρα στους πνεύμονες του γίνεται ίση με την *p*. Αν κάνει την ανοησία να χρησιμοποιήσει τον σωλήνα 6m για να αναπνεύσει, θα εκπνεύσει τον αέρα υπό πίεση *p* των πνευμόνων του μέσω του σωλήνα στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα η πίεση του αέρα στους πνεύμονες του να ¨πέσει¨ στην ατμοσφαιρική πίεση p_0. Αν υποθέσουμε ότι βρίσκεται σε ¨καθαρό¨ νερό, η διαφορά της πίεσης Δp θα είναι:

$$\Delta p = p - p_0 = \rho g L = (1000 Kg/m^3)(9.8 m/s^2)(6.0 m) = 5.9 \times 10^4 Pa$$

Αυτή η διαφορά πίεσης, περίπου 0.6 atm, είναι αρκετή ώστε να συνθλίψει τους πνεύμονες και να σπρώξει το αίμα που βρίσκεται υπό αυξημένη πίεση μέσα τους.

Απάντηση:

Είναι ανόητος και βρίσκεται σε κίνδυνο.

Άσκηση

Η πίεση του αίματος μεταβάλλεται, όχι μόνο περιοδικά ως προς τον χρόνο σύμφωνα με τους παλμούς της καρδιάς, αλλά και χωρικά για διαφορετικά ύψη στο σώμα. Η χωρική αυτή μεταβολή εμφανίζεται εξαιτίας του διαφορετικού βάρους που έχει το αίμα των αγγείων που περιέχεται σε διαφορετικές στήλες μοναδιαίας διατομής ως συνάρτηση του ύψους της θέσης που εξετάζουμε στο σώμα.

(*α*) Αν υποθέσουμε ότι η μέση πίεση του αίματος στην καρδιά είναι 13,2 kPa (τιμή που αντιστοιχεί στη μέση τιμή μιας υψηλής/χαμηλής πίεσης, 120/80, όπως αναφέρεται συνήθως, και είναι ίση με 100 mm Hg), βρείτε την πίεση του αίματος στο επίπεδο των ποδιών (1,3 m κάτω από την καρδιά) και στο επίπεδο της κεφαλής (0,5 m πάνω από την καρδιά).

Λύση:

Στο επίπεδο των ποδιών, η πίεση του αίματος είναι αυξημένη συγκριτικά με αυτή στο επίπεδο της καρδιάς κατά:

$$\Delta P = \rho g h = 1.060 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}3 = 13{,}5 \text{ kPa}$$

Επομένως, η πίεση εκεί είναι 26,7 kPa (διπλάσια από εκείνη στην καρδιά, ή, υπολογίζοντας με απλή αναλογία, περίπου 200 mm Hg).

Ομοίως, η πίεση του αίματος στο κεφάλι, χρησιμοποιώντας την ίδια σχέση, είναι μειωμένη σε σχέση με αυτή στην καρδιά κατά:

$$\Delta P = 1.060 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}5 = 5{,}2 \text{ kPa}$$

και επομένως η τιμή της είναι 8,0 kPa (ή 61 mm Hg).

Μπορείτε τώρα να καταλάβετε γιατί τοποθετούμε το περιβραχιόνιο του πιεσομέτρου στο μπράτσο κοντά στην καρδιά;

(***β***) Αν κάποιος δεχτεί επιτάχυνση προς τα πάνω, όπως για παράδειγμα, κατά την απογείωση ενός αεροπλάνου ή ακόμα και σε ένα ταχύ ανελκυστήρα ψηλού κτιρίου, η αυξημένη πίεση μπορεί να αποστραγγίσει το αίμα από το κεφάλι του; Ποια είναι η ελάχιστη επιτάχυνση για την οποία θα συνέβαινε κάτι τέτοιο (θεωρείστε ότι το κεφάλι βρίσκεται σε ύψος 25 cm από την καρδιά);

Λύση:

Εάν κάποιος που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της Γης επιταχυνθεί προς τα πάνω με επιτάχυνση a, η τιμή της g στη σχέση υπολογισμού της ΔP θα πρέπει να αντικατασταθεί με την ενεργό τιμή της, δηλ. $(a + g)$.

[Αυτό θα πρέπει να συμβεί διότι το ενεργό βάρος του ρευστού γίνεται $\rho(a + g)V$.]

Φυσιολογικά, το αίμα που αντλείται από την καρδιά μπορεί να ανέλθει μέχρι το μέγιστο ύψος που υπολογίζεται αν εισάγουμε την τιμή της πίεσης του αίματος στο επίπεδο της καρδιάς στην εξίσωση:

$$P = \rho g h$$

Το μέγιστο αυτό ύψος υπολογίζεται 1,27 m πάνω από την καρδιά. Αν υποθέσουμε ότι η παρεχόμενη από την καρδιά πίεση παραμένει σταθερή: $\rho g h = \rho (a+g) h'$

Επομένως, αν κάποιος επιταχύνεται προς τα πάνω το αίμα θα μπορεί να ανέλθει μέχρι ύψους:

$$h' = h\left(\frac{g}{a+g}\right)$$

Λύση:

$$h' = h\left(\frac{g}{a+g}\right)$$

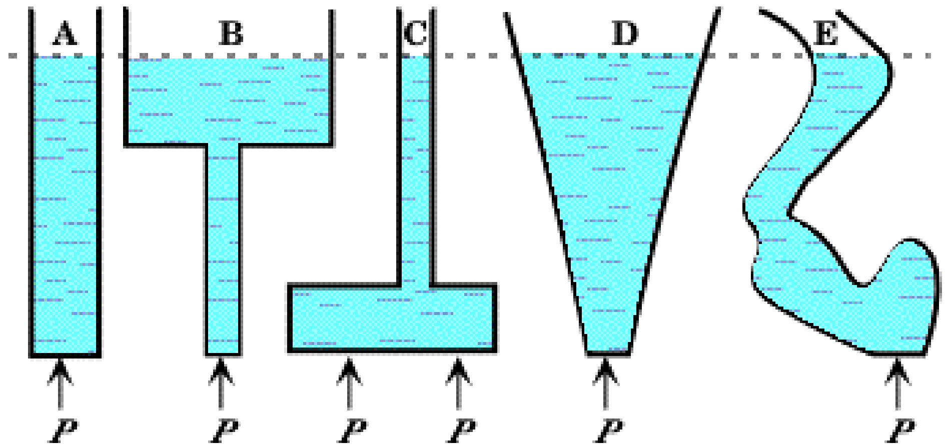
Αν θέσουμε $h' = 0{,}25$ m και λύσουμε για a, βρίσκουμε ότι απαιτείται επιτάχυνση ίση με:

$$a = g\left(\frac{h-h'}{h'}\right) = g\left(\frac{1{,}27-0{,}25}{0{,}25}\right) = 4{,}1\ g$$

Αν κάποιο άτομο δεχτεί προς τα πάνω επιτάχυνση με τιμή που πλησιάζει ή υπερβαίνει αυτήν την επιτάχυνση, θα μείνει χωρίς αίμα στον εγκέφαλο του και θα λιποθυμήσει.

	ΣΩΣΤΟ ή ΛΑΘΟΣ;
	Η πυκνότητα του νερού είναι περίπου 1 g/cm^3
	Η πυκνότητα του λαδιού είναι περίπου 1453 kg/m^3
	Η πυκνότητα του ατσαλιού είναι περίπου 678 kg/m^3
	Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι περίπου $\rho = 76$ mm Hg
	Σε αρκετά μεγάλο θαλάσσιο βάθος η πίεση του νερού φτάνει μέχρι και τα 10.000 Pa
	Η ατμοσφαιρική πίεση στην κορυφή ενός βουνού είναι μικρότερη από 10^5 N/m^2
	Η δύναμη που ασκούν τα ρευστά σε μία επιφάνεια είναι πάντα κάθετη σε αυτήν
	Η διεύθυνση της πίεσης είναι πάντα κάθετη στην επιφάνεια στην οποία ασκείται

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΟΞΟ – ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ



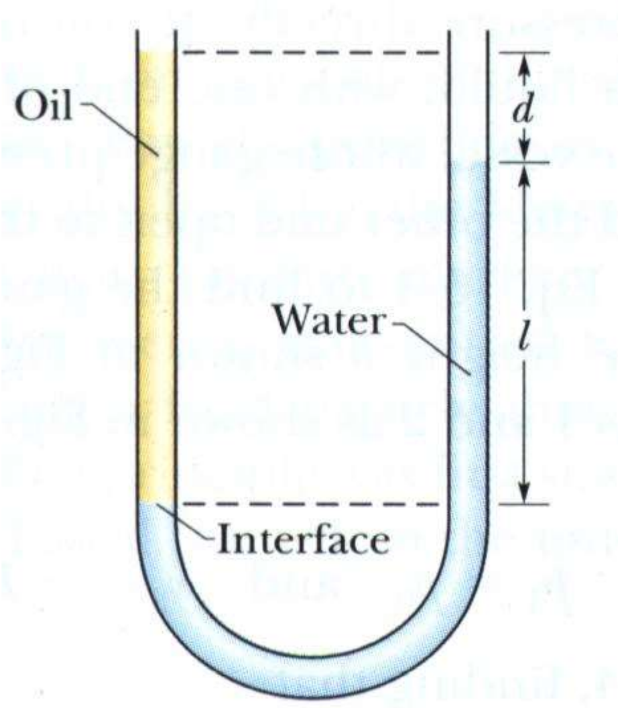
$$P = P_{atm} + \rho g h$$

'Οταν σε δοχείο οποιουδήποτε σχήματος τοποθετηθεί υγρό, η πίεση στον πυθμένα του εξαρτάται, μόνον από το ύψος του υγρού σ' αυτό. Η δύναμη που ασκείται στον πυθμένα ισούται, τότε, με το γινόμενο της πιέσεως επί την επιφάνεια και όχι με το βάρος του υγρού. Το συμπέρασμα αυτό ονομάστηκε ***υδροστατικό παράδοξο***.

Αντίστροφα: Σε δοχείο με οσουσδήποτε κατακόρυφους κλάδους οποιουδήποτε σχήματος η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού θα βρίσκεται στο ίδιο ύψος. Αν αυτό δεν συνέβαινε θα υπήρχε διαφορά υδροστατικής πιέσεως στα κατακόρυφα σκέλη και το υγρό θα έπρεπε να κινείται.

Αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων

ΑΣΚΗΣΗ



Δοχείο σχήματος U περιέχει δύο υγρά: νερό πυκνότητας ρ_v στο δεξιό σκέλος και λάδι άγνωστης πυκνότητας ρ_x στο αριστερό. Οι μετρήσεις δίνουν l = 135 mm και d = 12.3 mm. Πόση είναι η πυκνότητα του λαδιού;

Αν η πίεση στη κοινή επιφάνεια λαδιού-νερού στο αριστερό σκέλος είναι p_{int} τότε η πίεση στο δεξί σκέλος και στο ίδιο επίπεδο με αυτήν την επιφάνεια θα είναι επίσης p_{int} διότι το αριστερό και το δεξί σκέλος συνδέονται με νερό κάτω από αυτό το επίπεδο.

Δεξί σκέλος $\quad p_{\text{int}} = p_0 + \rho_v g l$

Αριστερό σκέλος $\quad p_{\text{int}} = p_0 + \rho_x g(l+d)$

$$\rho_x = \rho_v \frac{l}{l+d} = 916 Kg/m^3$$

Παρατήρηση: Η τελική απάντηση δεν εξαρτάται από την ατμοσφαιρική πίεση p_0 ούτε από την g.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ TORRICELLI

Φλωρεντία, Άνοιξη του 1644

Ο χώρος επάνω από την ελεύθερη επιφάνεια στο εσωτερικό του σωλήνα μπορεί να θεωρηθεί κενός, ενώ στην επιφάνεια του υδραργύρου, που βρίσκεται στη λεκάνη, ασκείται μόνον η ατμοσφαιρική πίεση. Θα πρέπει λοιπόν, επειδή το σύστημα ισορροπεί, ***η ατμοσφαιρική πίεση να ισούται με την υδροστατική πίεση της στήλης του υδραργύρου, δηλαδή, με την πίεση που ασκείται από στήλη υδραργύρου ύψους 76 cm ή 760 mm***.

Γιατί χρησιμοποίησε υδράργυρο (Hg) και όχι νερό;

$\rho_{Hg} = 13{,}6 \times 10^3\ Kg/m^3$ $\rho_{νερ} = 10^3\ Kg/m^3$

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ TORRICELLI

Ερώτηση κλειστού τύπου

Γιατί πιστεύετε ότι ο Torricelli χρησιμοποίησε υδράργυρο αντί για νερό;
(ρ_{Hg} =13,6 x 10^3 Kg/m^3 $\rho_{νερ}$ = 10^3 Kg/m^3)

Α. Δεν είχε αρκετό νερό

Β. Το νερό είναι αρκετά αραιότερο από τον υδράργυρο ώστε να παρατηρηθεί το φαινόμενο

Γ. Δεν είχε αρκετά μεγάλο σωλήνα ώστε να παρατηρήσει το ύψος που θα έφθανε η στήλη του νερού

Δ. Η πυκνότητα του νερού δεν μπορεί να αντισταθμίσει τη σχετικά υψηλή τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης

$$p_{atm} = \rho_{υδρ}\, g\, h_{υδρ} = \rho_{νερ}\, g\, h_{νερ}$$

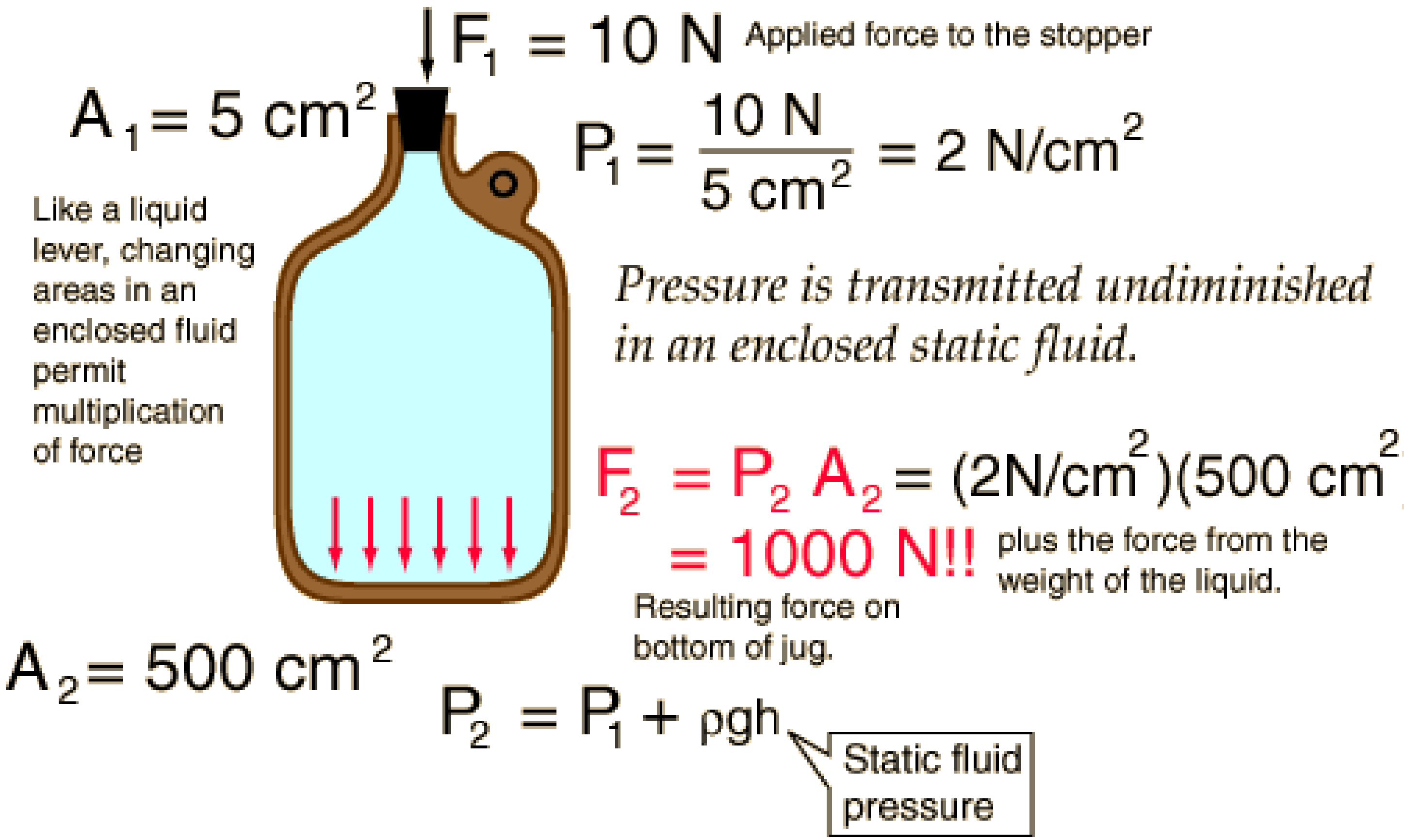
$$h_{νερ} = \frac{\rho_{υδρ}}{\rho_{νερ}} h_{υδρ} = 13{,}6 \cdot 0{,}76 m = 10{,}336 m$$

Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ PASCAL

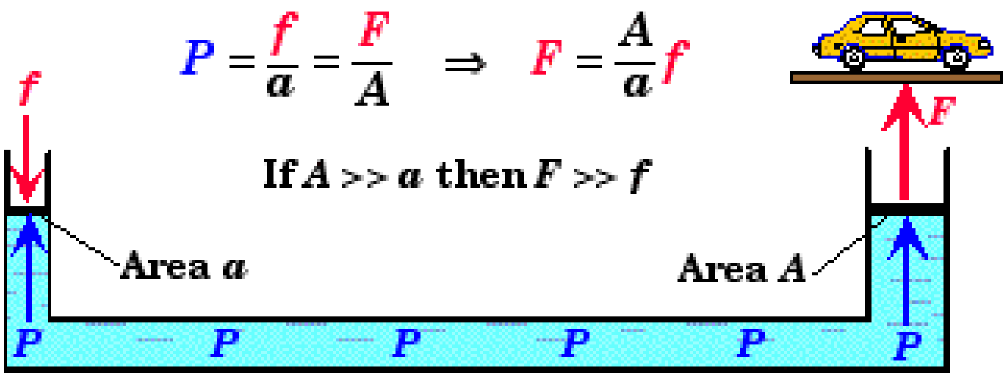
Αν ένα ρευστό βρεθεί εκτός του πεδίου βαρύτητας, δηλαδή σε χώρο όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας g είναι μηδενική, η πίεση στο εσωτερικό του δεν θα μεταβάλλεται, αφού, όπως προκύπτει από τη θεμελιώδη εξίσωση της στατικής των ρευστών, και η αντίστοιχη μεταβολή της πιέσεως dp θα είναι μηδενική.

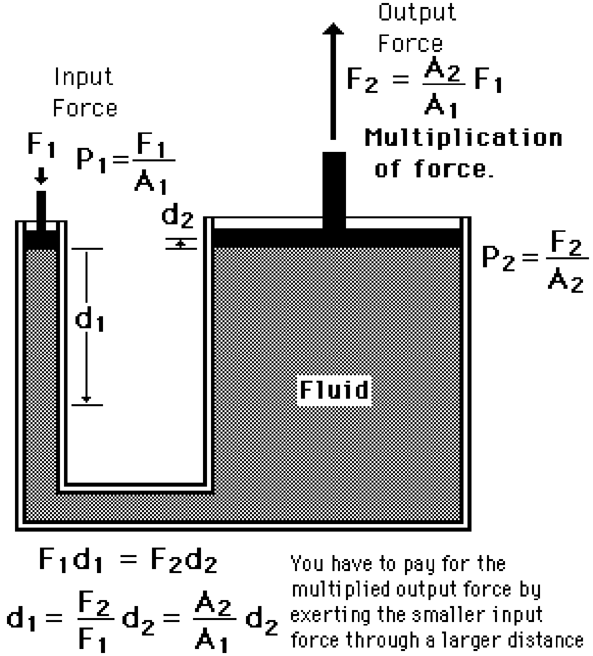
Αν λοιπόν στο ρευστό ασκηθεί κάποια εξωτερική πίεση p, αυτή θα μεταδοθεί αμετάβλητη σ' ολόκληρη τη μάζα του, όπως και στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει. Το συμπέρασμα αυτό ονομάζεται *<u>αρχή του Pascal</u>*.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ: **1. Πως να σπάσετε τον πάτο ενός μπουκαλιού χωρίς να τον αγγίξετε**



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ: 2. Υδραυλικό Πιεστήριο





Ερώτηση ανοικτού τύπου

Δείξτε ότι η ενέργεια διατηρείται κατά την εφαρμογή του υδραυλικού πιεστηρίου

Ερώτηση ανοικτού τύπου

Αν το τύμπανο του αυτιού δεχτεί μια διαφορική πίεση περίπου 120 mm Hg μπορεί να υποστεί ρήξη.
Σε πόσο βάθος μπορεί να φτάσει ένας δύτης μέχρι να συμβεί αυτό;

Μια λύση, ώστε ο δύτης να πετυχαίνει εξίσωση της πίεσης, είναι να αυξάνει την πίεση στο στόμα του (και επομένως και στις ευσταχιανές σάλπιγγες) κλείνοντας τη μύτη προσπαθώντας να φυσήξει.
Η πρακτική αυτή δουλεύει επίσης καλά για την εξίσωση της πίεσης στα αυτιά επιβάτη αεροπλάνου κατά την προσγείωση.

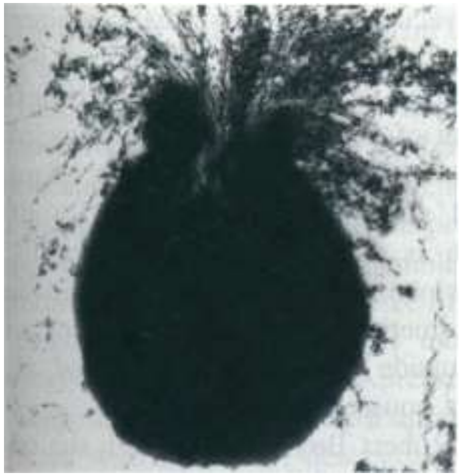
Απάντηση:
Δp = 120 mm Hg αντιστοιχεί σε Pa (N/m^2)

$$120mmHg \times \frac{1.01\times10^5 \frac{N}{m^2}}{760mmHg} = 1.6\times10^4 \frac{N}{m^2}.$$

Τόση πίεση ασκείται σε βάθος νερού ($\rho=10^3$ kg/m^3):

$$\Delta P = \rho g h \rightarrow h = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{1.6\times10^4 \frac{N}{m^2}}{1000\frac{kg}{m^3}\times 9.8\frac{m}{s^2}} = 1.63m.$$

ΑΛΛΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

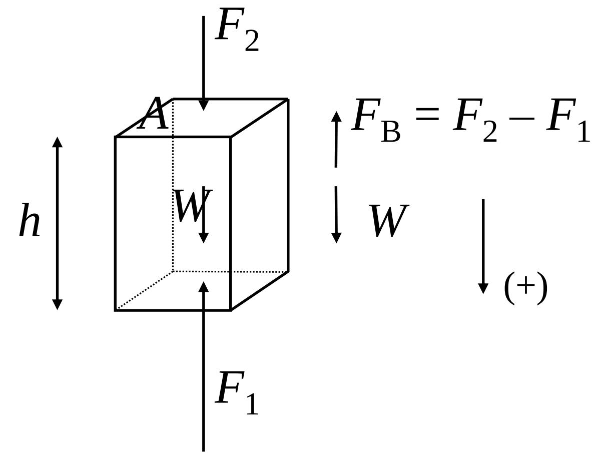


Μεγέθυνση περίπου 1,5 x 10^5 φορές. Το βακτήριο του σταφυλόκοκκου εκρήγνυται υπό την επίδραση μιας χαμηλού επιπέδου δόσης αντιβιοτικού. Η εσωτερική του πίεση είναι 25 και 30 φορές μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής πίεσης. Τα κυτταρικά του τοιχώματα διαρρηγνύονται στο ασθενέστερο σημείο.

ΑΝΩΣΗ – ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ

Έστω στερεό πρίσμα ύψους h και διατομής A έχει βυθιστεί σε ρευστό πυκνότητας ρ. Η πίεση που ασκείται επάνω του εκ μέρους του ρευστού έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση δυνάμεων, από τις οποίες, εκείνες που ασκούνται στην παράπλευρη επιφάνεια να αλληλοαναιρούνται. Έτσι μένουν μόνον οι δυνάμεις οι ασκούμενες στις βάσεις:

$$F_1 = p_1 A \quad \text{και} \quad F_2 = p_2 A$$



Η δύναμη που προκύπτει από το διανυσματικό άθροισμα αυτών των δυνάμεων $\overrightarrow{F_B} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$, θα έχει μέτρο $F_B = F_2 - F_1$ (θεωρώντας τα θετικά «προς τα κάτω»).

Επειδή όμως, *η F_1 που ασκείται στην κάτω επιφάνεια, θα είναι οπωσδήποτε μεγαλύτερη από την F_2* (αφού $p_1 > p_2$ λόγω του μεγαλύτερου βάθους και από την θεμελιώδη εξίσωση της στατικής των ρευστών), η συνισταμένη τους: $F_B = F_2 - F_1 = (p_2 - p_1)\, A$

θα είναι *πάντα αρνητική (δεδομένου ότι ορίσαμε τα θετικά προς τα πάνω)*, δηλ. η F_B θα έχει φορά προς τα επάνω (δηλ. αντίθετη της φοράς του W). Η F_B ασκείται σε κάθε πρίσμα μέσα σε ρευστό και ονομάζεται **άνωση (Buoyancy)**.

Αν υποθέσουμε ότι το πρίσμα βρίσκεται μέσα σε *ρευστό σταθερής πυκνότητας*, $\rho_{ρευστού}$

- ✓Υπόθεση σωστή για τα υγρά
- ✓Ισχύει για τα αέρια όταν το ύψος του πρίσματος h δεν ξεπερνά τα 100 m:

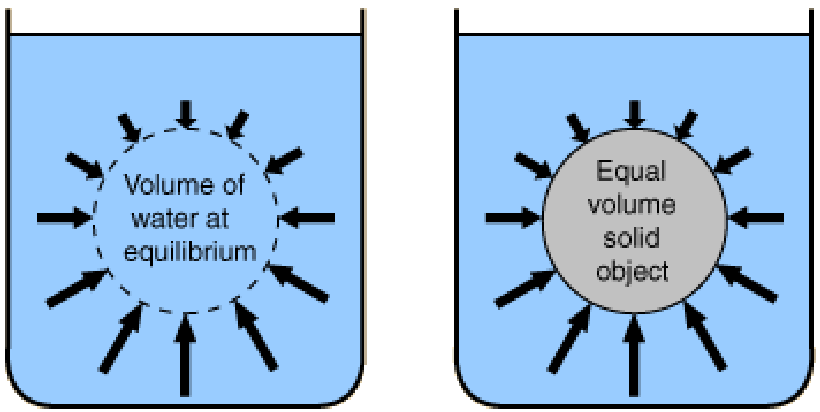
$$p_2 - p_1 = \rho_{ρευστού}\, gh$$

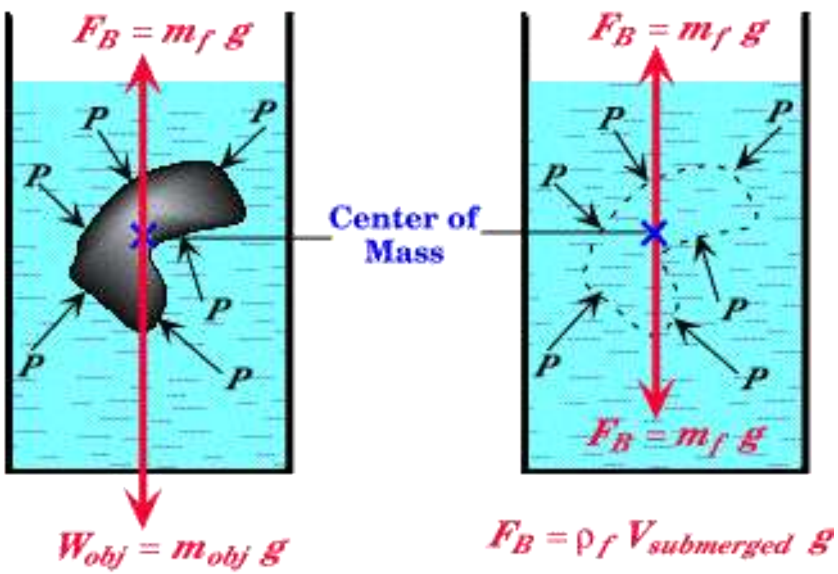
$$F_B = \rho_{\text{ρευστού}}\, g\, h\, A = \rho_{\text{ρευστού}}\, g\, V$$

Αλλά $\rho_{\text{ρευστού}}\, g\, V = m_{\text{ρευστού.}}\, g$ = βάρος ρευστού όγκου ίσου με τον αντίστοιχο του σώματος που βρίσκεται μέσα σε αυτό

Καταλήγουμε λοιπόν ότι ***η δύναμη που ασκείται στο σώμα ισούται με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζεται από αυτό***.

Το συμπέρασμα αυτό ονομάζεται **αρχή του Αρχιμήδη**, και φυσικά δεν ισχύει μόνο στην περίπτωση πρίσματος αλλά και για σώμα οποιουδήποτε σχήματος.





Ερώτηση κλειστού τύπου

Στο βυθισμένο σε βάθος D κεφάλι ενός κολυμβητή σε μια πισίνα, η διαφορική πίεση είναι $\delta P = P - P_0$ και ασκείται άνωση F_{B}. Αν ο κολυμβητής βουτήξει βαθύτερα με τον ίδιο προσανατολισμό ώστε το κεφάλι του να φτάσει σε βάθος $2D$, θα δέχεται πίεση και άνωση στο κεφάλι του ίσες αντίστοιχα με:

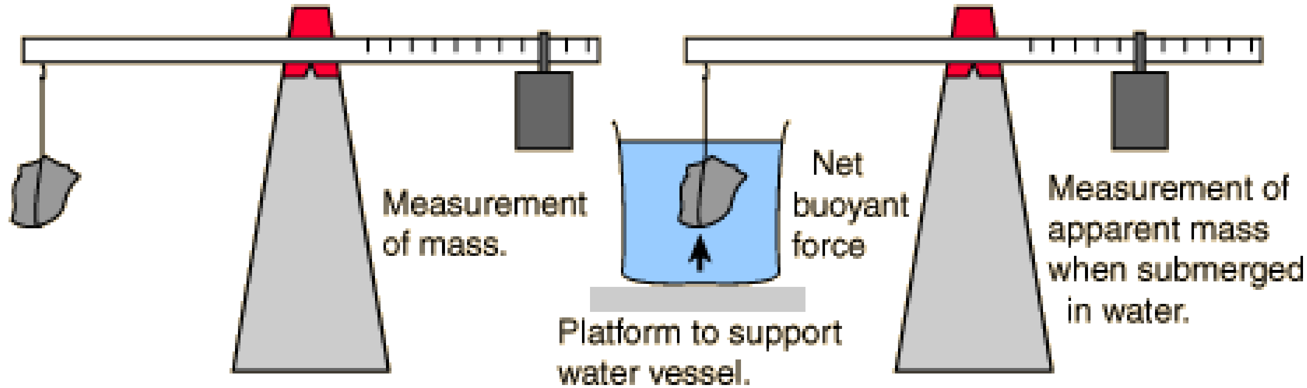
(Α) δP *και* F_{B}

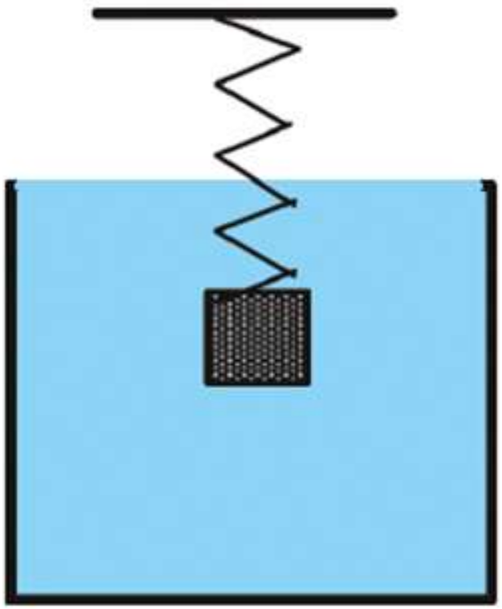
(Β) δP *και* $2F_{\mathrm{B}}$

(Γ) $2\,\delta P$ *και* F_{B}

(Δ) $2\,\delta P$ *και* $2F_{\mathrm{B}}$

Φαινόμενο Βάρος



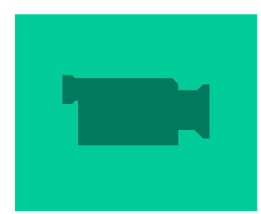


$$\textit{Άνωση}: F_B = \rho_{\textit{ρευστού}} \cdot V_{\text{βυθισμένο}} \cdot g$$

$$\textit{Φαινόμενο Βάρος} = \textit{Πραγματικό Βάρος} - \textit{Άνωση}$$

$$W_{\textit{φαινόμενο}} = W - F_B =$$
$$= \rho_{\textit{σώματος}} \cdot V_{\text{σώματος}} \cdot g - \rho_{\textit{ρευστού}} \cdot V_{\text{βυθισμένο}} \cdot g$$

Το φαινόμενο βάρος σώματος βυθισμένου σε ρευστό μειώνεται εξαιτίας της δύναμης της άνωσης.



Ερώτηση κλειστού τύπου

Το φαινόμενο βάρος ενός βυθισμένου σώματος είναι ίσο με:
(α) το βάρος του σώματος.
(β) τη διαφορά μεταξύ του βάρους του σώματος και του βάρους του εκτοπιζόμενου ρευστού.
(γ) το βάρος του ρευστού που εκτοπίζεται από το σώμα.
(δ) τη μέση πίεση του ρευστού επί το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.
(ε) κανένα από τα παραπάνω.

Άσκηση

Ένας άντρας βάρους 200 N βυθίζεται πλήρως στο νερό και αφού εκπνεύσει όλο τον αέρα από τους πνεύμονές του βρίσκεται να έχει φαινόμενο βάρος ίσο με 50 N.
Βρείτε την σχετική πυκνότητα του ($\rho_{άνδρα}/\rho_{νερού}$).

Άσκηση

Η ένδειξη της ζυγαριάς αντιστοιχεί στην πραγματική ή στην φαινόμενη μάζα σας;

Σε τι ποσοστό σας «βοήθησε» ο ατμοσφαιρικός αέρας για να την πετύχετε;

Θεωρείστε: $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$, πυκνότητα ατμοσφαιρικού αέρα = $1{,}3\ \mathrm{kg/m^3}$ και μέση πυκνότητα ανθρώπινου σώματος = $985\ \mathrm{kg/m^3}$.

Λύση

Η ένδειξη της ζυγαριάς προκύπτει από την κάθετη αντίδραση της, N, που στην πραγματικότητα είναι ίση με: $N = W - F_{\text{άνωση από αέρα}}$.

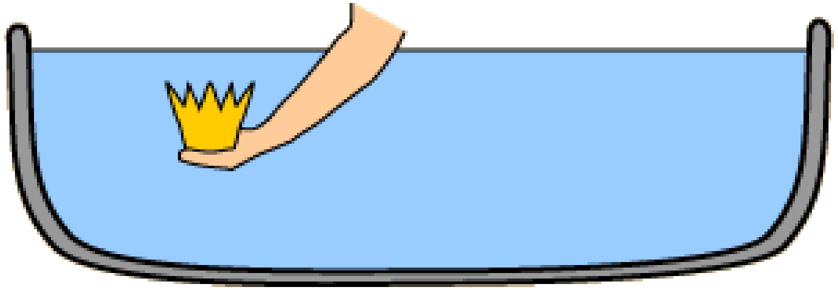
Επομένως, το ποσοστό που ο αέρας «βοήθησε» σε αυτήν τη μέτρηση είναι:

$$F_{\text{άνωση από αέρα}} / (W - F_{\text{άνωση από αέρα}}) = (\rho_{\text{αέρα}} Vg) / (\rho_{\text{ανθρ. σωμα}} Vg - \rho_{\text{αέρα}} Vg) =$$

$$= 1{,}3/(985 - 1{,}3) = 0{,}0013 = 0{,}13\ \%$$

Η πραγματική μάζα σας, είναι «ελαφρώς» μεγαλύτερη, αλλά δεν μπορούμε να πούμε ότι ο αέρας βοηθά σημαντικά. Δοκιμάστε το νερό!

ΕΥΡΗΚΑ !



Η μέτρηση της μάζας του στέμματος έξω από το νερό έδωσε: m = 440 g

Η μέτρηση της μάζας του στέμματος μέσα στο νερό έδωσε: $m_{\text{φαιν.}}$ = 409 g

$m - m_{\text{φαιν.}} = W/g - W_{\text{φαιν.}}/g = V_{\text{στεμ.}} \cdot \rho_{στέμ} - (V_{\text{στεμ.}} \cdot \rho_{στέμ} - \rho_{νερού} \cdot V_{\text{βυθισμ.}})$

Αφού είχε βυθίσει όλο το στέμμα $V_{\text{βυθισμ.}} = V_{\text{στεμ.}}$ και $\rho_{νερού} = 1\ \text{g/cm}^3$

Ο όγκος του στέμματος ήταν: $440\ \text{g} - 409\ \text{g} = 1\ \text{g/cm}^3 \cdot V_{\text{στεμ}} \Rightarrow V_{\text{στεμ}} = 31\ \text{cm}^3$

Ο Αρχιμήδης απλά γέμισε πλήρως μια λεκάνη και μέτρησε τον όγκο του εκτοπιζόμενου νερού …

Επομένως η πυκνότητα του στέμματος ήταν:

$\rho_{στέμ} = 440\ \text{g}/31\ \text{cm}^3 = 14{,}2\ \text{g/cm}^3$

Όμως η πυκνότητα του καθαρού χρυσού είναι $\rho_{\text{χρυσού}} = 19{,}3\ \text{g/cm}^3$ …

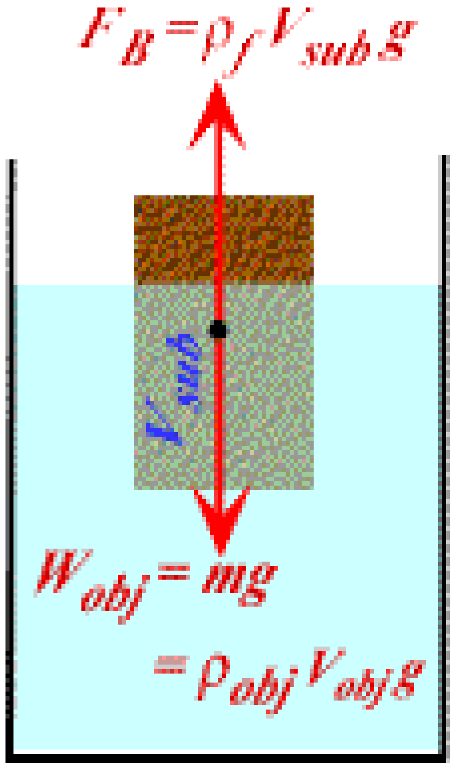
ΠΛΕΥΣΗ

Το φαινόμενο κατά το οποίο ένα σώμα ισορροπεί μέσα σε ρευστό. Όταν η άνωση, η οποία ασκείται στο βυθισμένο τμήμα του ισούται με το βάρος του

Στο ακόλουθο σχήμα:

$V_{\text{sub}} = V_{\text{βυθ.}}$ $\rho_f = \rho_{ρευστ.}$ $W_{obj} = W_{σωματος}$

$V_{\text{obj}} = V_{\text{σωματος}}$ $\rho_{\text{obj}} = \rho_{\text{ σωματος}}$ $W_{obj} = W_{\text{σωματος}}$



$$F_B = W_{σωματος}$$

$$\rho_{ρευστ.} V_{\text{βυθ.}}\, g = \rho_{σωματος} V_{\text{σωματος}} g$$

$$\frac{V_{βυθ}}{V_{σωμ}} = \frac{\rho_{σωμ}}{\rho_{ρευστ}}$$

Παράδειγμα 1

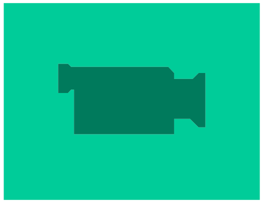
Η πυκνότητα του πάγου είναι 917 kg/m^3 ενώ του νερού 1024 kg/m^3. Η έκφραση ¨βλέπουμε μόνο την κορυφή του παγόβουνου¨ αντιστοιχεί στο ότι το 917/1024 = 89.6% ενός παγόβουνου βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού.

Παράδειγμα 2

Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται κυρίως από νερό και γι’ αυτό είμαστε σχεδόν ¨ουδέτεροι¨ ως προς την επίπλευση. Εάν εισπνεύσουμε βαθιά αυξάνουμε τον όγκο και ελαττώνουμε την μέση πυκνότητα μας με αποτέλεσμα να επιπλέουμε. Επίσης τα λιποκύτταρα έχουν μικρότερη πυκνότητα από το νερό επομένως οι άνθρωποι που έχουν μεγάλη περίσσεια λίπους επιπλέουν ευκολότερα.

Παράδειγμα 3

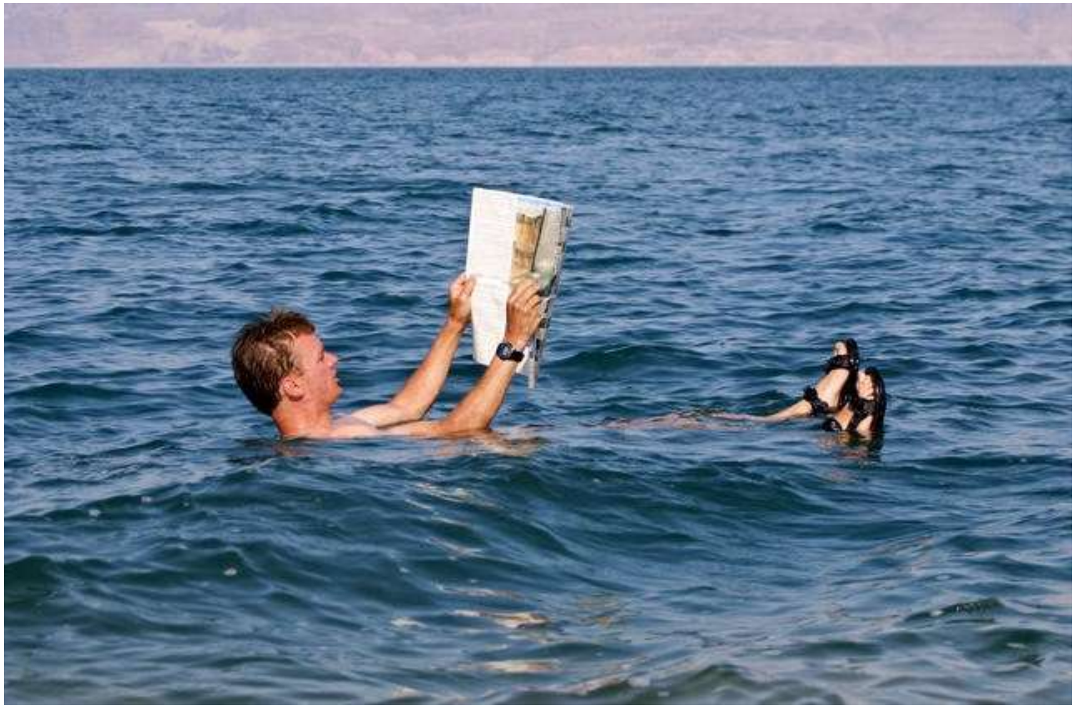
Ένα κουτάκι Diet Coke θα επιπλέει ενώ ένα κουτάκι Classic Coke όχι, διότι η Classic Coke περιέχει 11 κουταλιές ζάχαρης ενώ η Diet Coke δεν περιέχει ζάχαρη. Η πυκνότητα της ζάχαρης είναι μεγαλύτερη από αυτήν του νερού .



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Γιατί είναι ευκολότερο να επιπλέουμε σε καθαρό νερό όταν οι πνεύμονές μας είναι γεμάτοι παρά όταν είναι άδειοι;

- Γιατί είναι ευκολότερο να επιπλέει κανείς στη Νεκρά θάλασσα (λίμνη στα σύνορα Ιορδανίας και Ισραήλ με ιδιαίτερη αυξημένη αλατότητα, μέχρι και δέκα φορές μεγαλύτερη από το νερό της θάλασσας) παρά σε μια λίμνη με καθαρό νερό;



Μέση πυκνότητα του ανθρώπινου σώματος - περιεχόμενο λίπος

Μια απλή μέθοδος για τον προσδιορισμό του σωματικού λίπους είναι να μετρήσουμε το ύψος και το βάρος ενός ανθρώπου και να υπολογίσουμε έναν δείκτη μάζας σώματος:

(Body Mass Index – ***BMI***) = μάζα (kg) / ύψος^2 (m^2).

Οι τιμές του BMI χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση του ανθρώπινου σώματος και έχει υπολογιστεί η περιοχή στην οποία κινούνται οι φυσιολογικές τιμές του καθώς και το όριο για την παχυσαρκία (**BMI = 30**).

Μια πιο ακριβής μέθοδος προσδιορισμού του σωματικού λίπους μπορεί να προκύψει από το γεγονός ότι ***το λίπος έχει χαμηλότερη πυκνότητα από το νερό (900 kg/m^3)***, ενώ τα οστά και οι μύες έχουν κάπως υψηλότερη πυκνότητα από το νερό (υπολογίζεται ότι η ***μέση πυκνότητα της χωρίς καθόλου λίπος μάζας είναι 1.100 kg/m^3***).

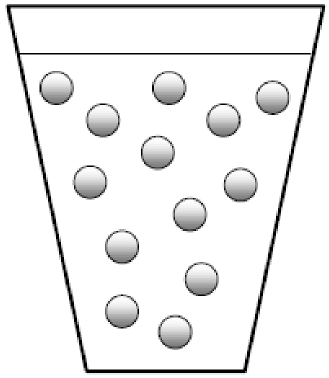
Όταν ένας άνθρωπος βυθίσει το σώμα του σε νερό και εκπνεύσει ώστε να αποβάλει τον αέρα από τους πνεύμονές του, τότε αν η μέση πυκνότητα του σώματός του είναι μικρότερη από αυτή του νερού θα επιπλεύσει ενώ αν είναι μεγαλύτερη θα βυθιστεί.

Χρησιμοποιώντας έναν απλό τύπο που βασίζεται στη μέση τιμή των περιεχομένων οστών και μυών, μπορούμε να υπολογίσουμε την αναλογία του λίπους στο σώμα. ***Κάποιος που καταφέρνει να επιπλεύσει αφού έχει εκπνεύσει όλο τον αέρα, έχει αναλογία λίπους που υπερβαίνει το 40%, τιμή που είναι ενδεικτική υπερβολικής παχυσαρκίας***. Οι περισσότεροι άνθρωποι βυθίζονται στο νερό όταν δεν έχουν καθόλου αέρα στους πνεύμονές τους.

Μετρήσεις του εκτοπιζόμενου νερού (ή των μικρών μεταβολών στην πίεση του αέρα σε αεροστεγή θάλαμο που εφαρμόζονται σε νεότερες τεχνικές) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της αναλογίας σωματικού λίπους με ακρίβεια περίπου 1%.

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΦΕΒ.-2017

ΕΤΔΑ



Α. Ποια αναλογία μαζών θα χρησιμοποιούσατε για να φτιάξετε σφαιρίδια από νουτέλα (κρέμα φουντουκιού και κακάο με $\rho_{νουτελ.}$ = 1,4 g/ml) και αλεσμένα κορν φλέικς (νιφάδες καλαμποκιού με $\rho_{κορν\_φλ.}$ = 0,3 g/ml) που να αιωρούνται (βλέπε σχήμα) μέσα σε πλήρες γάλα ($\rho_{γαλ.}$ = 1,03 g/ml);

[Υπόδειξη: Αν τα κλάσματα μάζας των συστατικών Α, Β, ορίζονται ως $Y_A = m_A/m$ και $Y_B = m_B/m$, η πραγματική πυκνότητα (ρ) ενός τροφίμου μπορεί να υπολογισθεί από τις πυκνότητες των επί μέρους συστατικών με βάση τα κλάσματα μάζας αυτών ως: $1/\rho = (Y_A/\rho_A) + (Y_B/\rho_B)$]

ΕΖΠΥ

Ι) Για να αποκτήσουν ουδέτερη άνωση (Άνωση = Βάρος) ώστε να κολυμπούν ξεκούραστα στο βυθό, οι καρχαρίες παράγουν στο συκώτι τους λάδι πυκνότητας 0,857 g/cm^3. Αν η υπόλοιπη μάζα του καρχαρία είναι κυρίως μυώδης με πυκνότητα 1,062 g/cm^3, τι ποσοστό της συνολικής μάζας του αποτελεί το λάδι του ήπατός του σε αυτήν την περίπτωση;

($\rho_{θαλ.\ νερ.}$ = 1,025 g/cm^3).

[Υπόδειξη: Αν τα κλάσματα μάζας των συστατικών Α, Β, ορίζονται ως $Y_A = m_A/m$ και $Y_B = m_B/m$, η συνολική πυκνότητα (ρ) μπορεί να υπολογισθεί από τις πυκνότητες των επί μέρους συστατικών με βάση τα κλάσματα μάζας αυτών ως: $1/\rho = (Y_A/\rho_A) + (Y_B/\rho_B)$]

24/02/2015

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΦΥΣΙΚΗ» για τα Τμήματα Ε.Φ.Π. και Ε. Ζ.Π. &Υ

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ: ....

ΤΜΗΜΑ / Α.Μ. / Εξάμηνο Σπουδών ....

Ρ1. (*1,5 μον.*) Σε ένα ογκομετρικό δοχείο, η στάθμη του νερού βρίσκεται στην ένδειξη 10 L. Παίρνουμε ένα κομμάτι κορμού πεύκου τεμαχισμένου εγκάρσια και το βυθίζουμε πλήρως (το σπρώχνουμε με το χέρι μας έτσι ώστε όλος ο όγκος του να βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού και το χέρι μας να ακουμπά οριακά την επιφάνεια του νερού χωρίς να βυθίζεται σε αυτό) στο ογκομέτρικό δοχείο. Παρατηρούμε τότε ότι η στάθμη του νερού ανέρχεται στην ένδειξη 20 L. Στη συνέχεια τραβάμε το χέρι μας και αφήνουμε το κομμάτι του κορμού να επιπλέυσει ελεύθερα, οπότε παρατηρούμε ότι η στάθμη του νερού βρίσκεται στην ένδειξη 14,6 L.

α) Πόση είναι η πυκνότητα του κορμού;

β) Τι ποσοστό του όγκου του κορμού καταλαμβάνει ο φλοιός του; (όπως προκύπτει από το εξεταζόμενο κομμάτι)

γ) Τι ποσοστό της μάζας του κορμού καταλαμβάνει το εσωτερικό ξύλο του κορμού; (όπως προκύπτει από το εξεταζόμενο κομμάτι)

Δίνονται: $\rho_{\nu\varepsilon\rho o\acute{\upsilon}} = 10^3$ kg/m^3, $\rho_{\varepsilon\sigma.\ \xi\acute{\upsilon}\lambda} = 470{,}5$ kg/m^3 , $\rho_{\varphi\lambda o\iota o\acute{\upsilon}} = 400{,}5$ kg/m^3

28/06/2014

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΦΥΣΙΚΗ» για τα Τμήματα Ε.Φ.Π. και Ε. Ζ.Π. &Υ

P1 (*1 μον.*) Πόσο είναι το ποσοστό λίπους στη μάζα ενός θηλαστικού το οποίο αφού έχει εκπνεύσει όλο τον αέρα από τους πνεύμονές του επιπλέει σε θαλάσσιο νερό με το 5% του όγκου του πάνω από την επιφάνεια; (Πυκνότητα θαλάσσιου νερού = 1.024 kg/m^3, πυκνότητα λίπους 900 kg/m^3, μέση πυκνότητα της χωρίς καθόλου λίπος μάζας του θηλαστικού =1.100 kg/m^3)

11/09/2018

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΦΥΣΙΚΗ» για το Τμήμα Ε.Φ.Π.

ΘΕΜΑ 1 ***(1,5 μονάδες)***

Από τον κορμό ενός δέντρου αποκόπτεται ένα κομμάτι ξύλου το οποίο, αφού αρχικά εμβαπτισθεί σε λιωμένη παραφίνη ώστε να στεγανοποιηθεί η επιφάνειά του, εμβαπτίζεται στη συνέχεια σε νερό που βρίσκεται σε ογκομετρικό σωλήνα. Η στάθμη του νερού στον ογκομετρικό σωλήνα είναι αρχικά (πριν την εμβάπτιση του ξύλου) στην ένδειξη 500 mL ενώ μετά την εμβάπτιση του ξύλου ανέρχεται στην ένδειξη 710 mL. Στην επάνω (αβύθιστη) επιφάνειά του ξύλου, προσθέτουμε σταδιακά βαρίδια με αποτέλεσμα το κομμάτι ξύλου να βυθίζεται ολοένα και περισσότερο. Παρατηρούμε ότι τα βαρίδια αυτά επιπλέουν οριακά (στην κατάσταση αυτή, τα βαρίδια μόλις που δεν βρέχονται από το νερό ενώ το κομμάτι του ξύλου είναι πλήρως βυθισμένο) όταν η μάζα τους φτάσει συνολικά τα 90 g. Από τον ακόλουθο πίνακα προσδιορίστε το είδος του δέντρου από το οποίο αποκόπηκε το κομμάτι ξύλου. ($\rho_{νερού}$ = 1 g/cm^3. Θεωρείστε ως αμελητέα τη συνεισφορά του επικαλύμματος παραφίνης στη μέση πυκνότητα του ξύλου).

	Λεύκη	Κέδρος	Πλατάνι	Μουριά	Οξιά	Ελιά
Μέση πυκνότητα (g/cm^3)	0,38	0,57	0,58	0,61	0,70	0,88

22/01/2019

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΦΥΣΙΚΗ» για το Τμήμα Ε. Ζ.Π. &Υ

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ: ....

ΤΜΗΜΑ / **Α.Μ**. / Εξάμηνο Σπουδών ....

1. *(1 μον.)* Ένας βάτραχος βρίσκεται μέσα σε ένα ημισφαιρικό κύπελλο που μόλις επιπλέει στη θάλασσα χωρίς να βυθίζεται. Αν το θαλασσινό νερό έχει πυκνότητα 1020 kg/m^3 το δε κύπελλο ακτίνα 6 cm και μάζα 200 g, ποια είναι η μάζα του βατράχου; ($V = (4/3)\ \pi \cdot r^3$, $g = 10\ m/s^2$)

ΑΣΚΗΣΗ με βίντεο : Γεμίζουμε ένα γυάλινο σωλήνα με διάλυμα τέτοιο ώστε η συνολική του πυκνότητα να είναι 938 kg/m^3 και τον σφραγίζουμε. Ο σωλήνας αυτός βυθίζεται στην αλκοόλη (ρ_α = 855 kg/m^3) αλλά επιπλέει στο νερό ($\rho_{\nu\varepsilon\rho}$ = 1000 kg/m^3) .

Πόσο είναι το ποσοστό του σωλήνα που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού;

$$W = F_B \Rightarrow \rho_\sigma V_\sigma g = \rho_\nu V_{\beta\upsilon\theta} g \Rightarrow V_{\beta\upsilon\theta} / V_\sigma = \rho_\sigma / \rho_\nu \Rightarrow V_{\beta\upsilon\theta} / V_\sigma = 0{,}938 = 93{,}8\ \%$$

Προσθέτουμε αλκοόλη στο νερό και **παρατηρούμε:**
Ο σωλήνας ¨σηκώνεται¨ ακόμη περισσότερο από την επιφάνεια του νερού εξαιτίας της πρόσθετης άνωσης που δέχεται από την αλκοόλη. Το ποσοστό του σωλήνα που είναι τώρα βυθισμένο στο νερό υπολογίζεται ως εξής:

$$W = F_{B,\nu} + F_{B,a} \Rightarrow \rho_\sigma V_\sigma g = \rho_\nu V_\nu g + \rho_a V_a g \Rightarrow \rho_\sigma V_\sigma g = \rho_\nu V_\nu g + \rho_\alpha (V_\sigma - V_\nu) g$$

Διαιρούμε με V_σ το αριστερό και δεξί μέρος της εξίσωσης, οπότε:

$$\rho_\sigma = \rho_\nu \frac{V_\nu}{V_\sigma} + \rho_\alpha \left(1 - \frac{V_\nu}{V_\sigma}\right) \Longrightarrow \frac{V_\nu}{V_\sigma} = \frac{\rho_\sigma - \rho_\alpha}{\rho_\nu - \rho_\alpha} = \frac{938 - 855}{1000 - 855} = 57{,}2\%$$

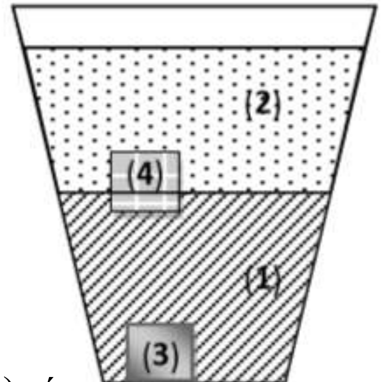
Όταν ο σωλήνας ισορροπήσει στην κοινή επιφάνεια νερού-αλκοόλης, το βυθισμένο στο νερό τμήμα του δεν μεταβάλλεται αν προσθέσουμε περισσότερη αλκοόλη.
Το ρευστό πάνω από τον σωλήνα ασκεί πίεση στην κορυφή του και θα μπορούσαμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι ο σωλήνας θα ¨σπρώχνεται¨ προς τα κάτω όσο η στάθμη της αλκοόλης αυξάνει. Η αλκοόλη, όμως, ασκεί πίεση και στην επιφάνεια του νερού. Η πίεση αυτή μεταφέρεται και στο κάτω άκρο του σωλήνα σύμφωνα με την αρχή του Pascal.

20/09/2019

<u>ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΦΥΣΙΚΗ» *για το Τμήμα* Ε.Τ.Τ.Δ.Α</u>

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ: ....

ΤΜΗΜΑ / Α.Μ. / Εξάμηνο Σπουδών ....



ΘΕΜΑ 1 ***(1,2 μονάδ.)***

Τα σώματα (3) και (4) ισορροπούν στον πυθμένα του ποτηριού κα στην διεπιφάνεια των δύο υγρών (1) και (2) αντίστοιχα (βλέπε σχήμα). Τα υγρά δεν αναμειγνύονται.

Α) Διατάξτε κατά αύξουσα φορά τις πυκνότητες ρ των υλικών (1), (2), (3) και (4).

Β) Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα (3) και (4).

Εκφράστε: (i) τη δύναμη N που ασκείται από τον πυθμένα στο σώμα (3) συναρτήσει των: ρ_1, ρ_3, V_3 και g,

(ii) την πυκνότητα ρ_4 του σώματος (4) συναρτήσει των ρ_1 και ρ_2, δεδομένου ότι το σώμα (4) είναι βυθισμένο με το 1/3 του όγκου του στο υγρό (1)

ΑΣΚΗΣΗ: Ένα σφαιρικό μπαλόνι που περιέχει Ήλιο (He) έχει ακτίνα R = 12m και μαζί με τα σχοινιά και το καλάθι μάζα m = 196 Kg. Πόση είναι η μάζα M του μέγιστου φορτίου που μπορεί αυτό το αερόστατο να μεταφέρει; (Δίνονται: $\rho_{\mathrm{He}} = 0.16\ \mathrm{Kg/m^3}$ και $\rho_{\alpha έ\rho\alpha} = 1.25\ \mathrm{Kg/m^3}$

Το βάρος του εκτοπιζόμενου αέρα, που είναι η δύναμη της άνωσης, και το βάρος του He στο μπαλόνι δίνονται:

$F_B = W_{\alpha έ\rho\alpha} = W = \rho_{\alpha έ\rho\alpha} V g$ και $W_{\mathrm{He}} = \rho_{\mathrm{He}} V g$

όπου $V = 4\pi R^3/3$ είναι ο όγκος του μπαλονιού

Το σύστημα θα ισορροπεί, σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, όταν:

$$F_B = W_{o\lambda} \Longrightarrow F_B = W_{\mathrm{He}} + W_{\alpha\varepsilon\rho o\sigma\tau.} + W_{\mathrm{φορτίου}} \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \rho_{\alpha\varepsilon\rho\alpha} V g = \rho_{\mathrm{He}} V g + m_{\alpha\varepsilon\rho o\sigma\tau.} g + m_{\varphi o\rho\tau\iota o\upsilon} g \Longrightarrow$$

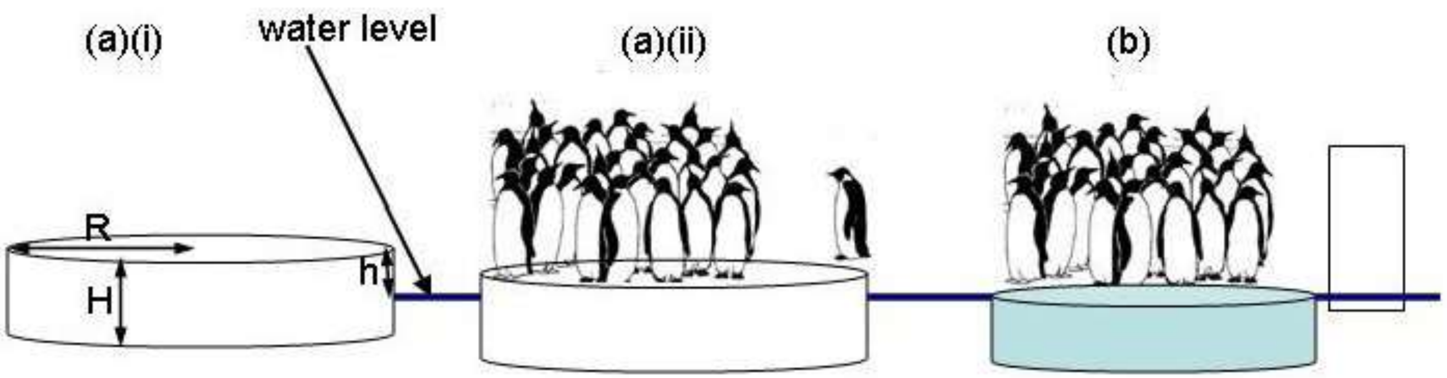
$$\Longrightarrow m_{\varphi o\rho\tau\iota o\upsilon} = \frac{4}{3}\pi R^3 \left(\rho_{\alpha\varepsilon\rho\alpha} - \rho_{\mathrm{He}}\right) - m_{\alpha\varepsilon\rho o\sigma\tau.} = 7690\ \mathrm{kg}$$

ΑΣΚΗΣΗ

Κυλινδρικό κομμάτι πάγου ($\rho_{πάγου}$ = 900 kg/m^3) με ακτίνα κυκλικής διατομής R = 2.0m και ύψος H = 20cm επιπλέει σε θαλάσσιο νερό πυκνότητας $\rho_{θαλ.}$ = 1030 kg/m^3.

(α) Μια ομάδα N=50 πιγκουίνων που η μάζα του καθενός είναι ίση με m=5 kg, αποφασίζει να ανέβει πάνω σε αυτό το κομμάτι πάγου για να ξεκουραστεί. Προσδιορίστε το ύψος h που θα εξέχει της επιφάνειας του νερού ο πάγος (i) χωρίς τους πιγκουίνους και (ii) αφού οι πιγκουίνοι έχουν ανεβεί πάνω του.

(β) Το κομμάτι πάγου ταξιδεύει νότια, σε θερμότερες θαλάσσιες περιοχές. Τότε ο πάγος λιώνει ομοιόμορφα με ρυθμό 500 cm^3 την ώρα. Σε πόσο χρόνο το κομμάτι του πάγου δεν θα μπορεί να υποστηρίξει άλλο όλους τους πιγκουίνους;



ΛΥΣΗ

(i) χωρίς τους πιγκουίνους

$F_B = W_\pi$

$$\rho_{\vartheta\nu} \cdot V_{\beta\upsilon\vartheta} \cdot g = \rho_\pi \cdot V_\pi \cdot g \Leftrightarrow \frac{V_{\beta\upsilon\vartheta}}{V_\pi} = \frac{\rho_\pi}{\rho_{\vartheta\nu}}$$

$$\frac{(H-h)\pi R^2}{H\pi R^2} = \frac{900kg/m^3}{1030kg/m^3} \Leftrightarrow H-h = \frac{900}{1030}0{,}2m$$

$$h = 2{,}5cm$$

(ii) αφού οι πιγκουίνοι έχουν ανεβεί πάνω του.

$$F_B = W_{\pi\alpha\gamma} + W_{N\,\pi\iota\gamma\kappa}$$

$$\rho_{\vartheta\nu} \cdot V_{\beta\upsilon\vartheta} \cdot g = \rho_\pi \cdot V_\pi \cdot g + N \cdot m \cdot g \Leftrightarrow V_{\beta\upsilon\vartheta} = \frac{\rho_\pi V_\pi + N \cdot m}{\rho_{\vartheta\nu}}$$

$$(H-h')\pi R^2 = \ldots$$

$$(\pi R^2 = 12{,}57m^2) \quad (V_\pi = 2{,}514m^3)$$

$$h' = H - \frac{\rho_\pi V_\pi + N \cdot m}{\rho_{\vartheta\nu}\pi R^2} = \ldots \approx 0{,}6cm$$

(β) Το κομμάτι πάγου ταξιδεύει νότια, σε θερμότερες θαλάσσιες περιοχές. Τότε ο πάγος λιώνει ομοιόμορφα με ρυθμό 500 cm^3 την ώρα. Σε πόσο χρόνο το κομμάτι του πάγου δεν θα μπορεί να υποστηρίξει άλλο όλους τους πιγκουίνους;

Αν V'_π ο ελάχιστος όγκος που συγκρατεί τους πιγκουίνους, τότε $V'_\pi = V_{βυθ.}$ και:

$$F'_B = W'_{\pi\alpha\gamma} + W_{N\,\pi\iota\gamma\kappa}$$

$$\rho_{\vartheta\nu} \cdot V'_\pi \cdot g = \rho_\pi \cdot V'_\pi \cdot g + N \cdot m \cdot g \Leftrightarrow V'_\pi = \frac{N \cdot m}{\rho_{\vartheta\nu} - \rho_\pi}$$

$$V'_\pi = 1{,}92\,m^3$$

Για να χάσει V_π - V'_π = 2,514 – 1,92 ≈ 0,6 m^3 = 6 x 10^5 cm^3 χρειάζεται:

$$\alpha\varphi o\upsilon \quad Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 500\,cm^3/h$$

$$\Delta t = \frac{6 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^2} h = 1200h = 50\,days$$

Ερώτηση κλειστού τύπου

Ένα κομμάτι ξύλου επιπλέει σε μια μπανιέρα με νερό έχοντας πάνω του ένα δεύτερο κομμάτι ξύλου το οποίο δεν ακουμπά καθόλου το νερό. Αν πάρουμε το πάνω κομμάτι και το τοποθετήσουμε στο νερό τι θα συμβεί στη στάθμη του νερού στη μπανιέρα;

(Α) Θα ανέλθει.

(Β) Θα κατέλθει.

(Γ) Δεν θα αλλάξει.

(Δ) Δεν μπορούμε να ξέρουμε μόνο από τις πληροφορίες που μας δίνονται.

Απ. (Γ)

διότι ο όγκος του εκτοπιζόμενου νερού είναι ο $V_{βυθ}$ στην $F_B = ρ_ν \cdot V_{βυθ} \cdot g$

ΠΡΙΝ:

$W_1 + W_2 = F_B \Rightarrow ρ_ξ \cdot V_1 \cdot g + ρ_ξ \cdot V_2 \cdot g = ρ_ν \cdot V_{βυθ} \cdot g \Rightarrow V_{βυθ} = (ρ_ξ / ρ_ν) \cdot (V_1+V_2)$

ΜΕΤΑ:

$W_1 = F'_{B1} \Rightarrow ρ_ξ \cdot V_1 \cdot g = ρ_ν \cdot V'_1 \cdot g \Rightarrow V'_1 = (ρ_ξ / ρ_ν) \cdot (V_1)$

$W_2 = F'_{B2} \Rightarrow ρ_ξ \cdot V_2 \cdot g = ρ_ν \cdot V'_2 \cdot g \Rightarrow V'_2 = (ρ_ξ / ρ_ν) \cdot (V_2)$

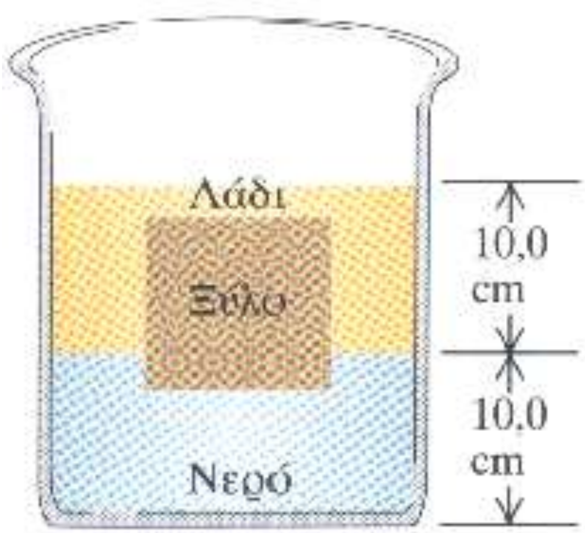
$V'_{βυθ} = V'_1 + V'_2 = (ρ_ξ / ρ_ν) \cdot (V_1+V_2)$

ΑΣΚΗΣΗ

Μια ξύλινη σχεδία διαστάσεων 4 m × 4 m × 0,3 m, επιπλέει στην επιφάνεια μιας λίμνης.
(α) Αν η πυκνότητα του ξύλου είναι 600 kg/m^3, βρείτε το κλάσμα της σχεδίας που εξέχει της επιφάνειας του νερού.
(β) Πόσους ανθρώπους βάρους 670 N μπορεί να υποστηρίξει η σχεδία παραμένοντας οριακά πάνω από την επιφάνεια του νερού;

ΑΣΚΗΣΗ

Ένα κυβικό κομμάτι ξύλου με ακμή 10cm επιπλέει στη διεπιφάνεια μεταξύ λαδιού και νερού με την κάτω επιφάνεια του 2cm κάτω από τη διεπιφάνεια (βλέπε σχήμα). Η πυκνότητα του λαδιού είναι 650 kg/m^3 (g = 9,8 m/s^2). Πόση είναι η μάζα του ξύλου;



ΛΥΣΗ

$W_\xi = F_{B,v} + F_{B,\lambda}$

$m_\xi\, g = \rho_v \cdot g \cdot V_v + \rho_{\lambda\alpha\delta} \cdot g \cdot V_\lambda$

$V_v = 2{\cdot}100\text{cm}^3$

$V_\lambda = 8{\cdot}100\text{cm}^3$

Επομένως, m_ξ = 0,72 kg

ΑΣΚΗΣΗ (εξετάσεις Ιούνιος 2015)

Στην επιφάνεια μιας θαλάσσιας περιοχής έχει απλωθεί μια πετρελαιοκηλίδα. Αν αφήσουμε πάνω σε αυτήν ξύλινο κύβο ακμής 10 cm, παρατηρούμε ότι ο κύβος όταν ισορροπήσει έχει βυθιστεί κατά 2 cm στο νερό (βλέπε σχήμα) και κατά 4 cm στην πετρελαιοκηλίδα (όσο και το πάχος της). Προσδιορίστε την πυκνότητα της πετρελαιοκηλίδας.