

ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Περιεχόμενα

ΣΤΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ	2
Ερωτήσεις κλειστού τύπου	2
Ερωτήσεις ανοικτού τύπου	5
Ασκήσεις.....	6
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	9
Ερωτήσεις κλειστού τύπου	9
Ερωτήσεις ανοικτού τύπου	10
Ασκήσεις.....	11
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ	13
Ερωτήσεις κλειστού τύπου	13
Ερωτήσεις ανοικτού τύπου	13
Ασκήσεις.....	15
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ - ΙΞΩΔΕΣ.....	17
Ερωτήσεις κλειστού τύπου	17
Ερωτήσεις ανοικτού τύπου	19
Ασκήσεις.....	20

ΣΤΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

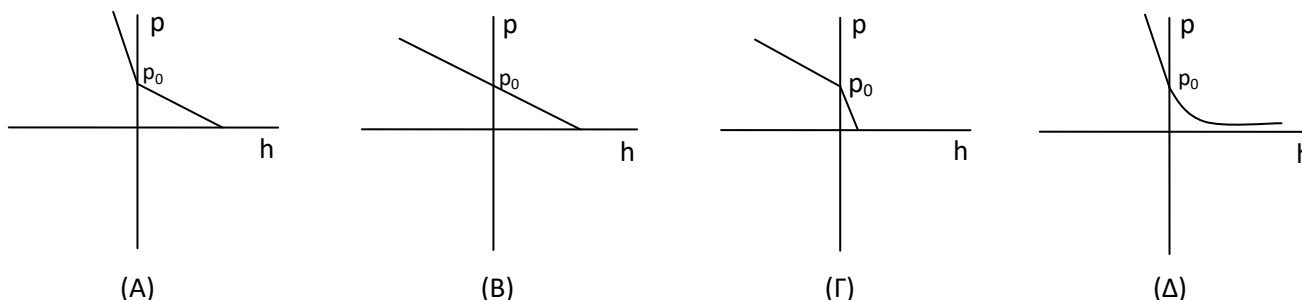
Ερωτήσεις κλειστού τύπου

1. Σημειώστε ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι Σωστές (Σ) και ποιες Λανθασμένες (Λ);

	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 $p = 760 \text{ mm Hg}$
	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

2. (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 ($p_0 = 1 \text{ atm}$).

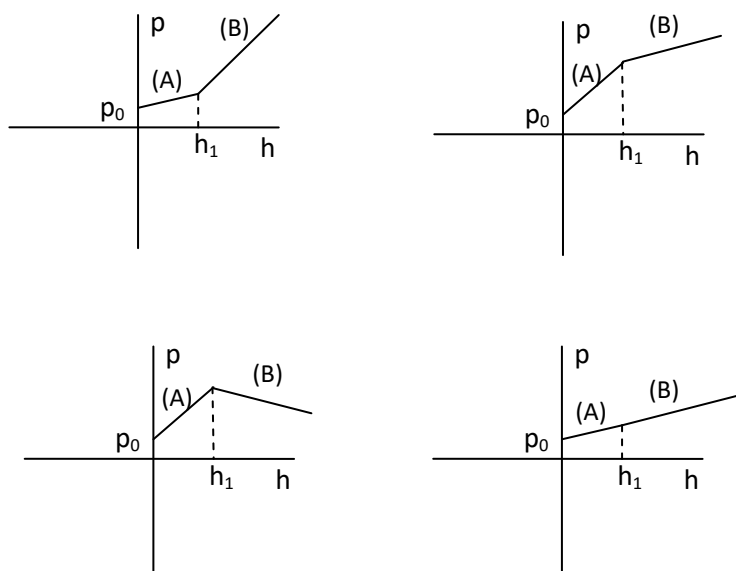
(II) Ποιο θα ήταν το καταλληλότερο διάγραμμα αν η θεμελιώδης εξίσωση της αεροστατικής (βαρομετρική) ήταν της ίδιας μορφής με τη θεμελιώδη εξίσωση της υδροστατικής, δηλαδή γραμμική;



3. 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 $6500 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$, πόση είναι η πυκνότητα του λαδιού;

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



4. 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.

5. Ένας τολμηρός δύτες σκέφτεται να επιμηκύνει τον τυπικό αναπνευστήρα του από τα 20cm στα 6m για να συνεχίσει τις βουτιές του σε μεγαλύτερο βάθος. Πως θα χαρακτηρίζατε αυτήν την ιδέα;

A. Τολμηρή και έξυπνη

B. Έξυπνη και ασφαλή

Γ. Ανόητη και επικίνδυνη

Δ. Διασκεδαστική

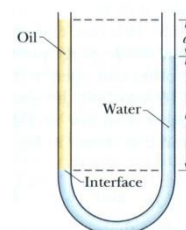
6. Δοχείο σχήματος U περιέχει δύο υγρά: νερό πυκνότητας ρ_v στο δεξιό σκέλος και λάδι άγνωστης πυκνότητας ρ_x στο αριστερό. Οι μετρήσεις δίνουν $l = 135 \text{ mm}$ και $d = 12.3 \text{ mm}$. Η πυκνότητα του λαδιού είναι περίπου:

A. 916 g/cm^3

B. 619 Kg/m^3

Γ. $0,916 \text{ g/cm}^3$

Δ. $0,619 \text{ g/cm}^3$



7. Γιατί πιστεύετε ότι ο Torricelli χρησιμοποίησε υδράργυρο αντί για νερό;

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

A. Δεν είχε αρκετό νερό

B. 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

8. Ένα έμβολο μικρής κάθετης τομής a χρησιμοποιείται στο υδραυλικό πιεστήριο για να εξασκεί μια μικρή δύναμη f πάνω στο περιεχόμενο υγρό. Ένας συνδεδετικός σωλήνας οδηγεί σε ένα μεγαλύτερο έμβολο κάθετης διατομής A .

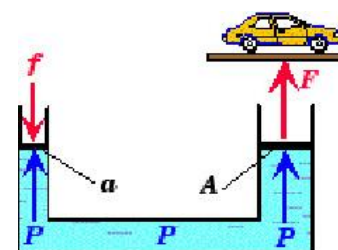
(i) Πόση δύναμη F δέχεται το μεγάλο έμβολο;

A. $F = (A/a) f$

B. $f = (A/a) F$

Γ. $f = (a/A) f$

Δ. $F = (a/A) f$



(ii) Αν το μικρό έμβολο έχει διάμετρο 5 cm και το μεγάλο 0,5 m, πόσο βάρος στο μικρό έμβολο θα συγκρατήσει 2 tons πάνω στο μεγάλο έμβολο;

A. 100 N

B. 20 kg

Γ. 20 N

Δ. Το βάρος μάζας 20 kg

9. Ποια/ες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστή

A. Η αρχή του Pascal ισχύει εφαρμόζεται για τα υδραυλικά συστήματα των διαστημικών οχημάτων

- Β. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα πλήρως βυθισμένο σε μια δεξαμενή νερού είναι ίδια είτε το σύστημα βρίσκεται στη γη είτε σε οποιονδήποτε άλλον πλανήτη
- Γ. Μια πέτρα που εκτελεί ελεύθερη πτώση από ύψος 100 m δεν δέχεται άνωση
- Δ. Μια πέτρα που βυθίζεται στη θάλασσα δέχεται άνωση μέχρι να φτάσει στον πυθμένα όπου τελικά η άνωση παύει πια να υφίσταται

10. 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 $2F_B$
(Γ) $2 \delta P$ και F_B (Δ) $2 \delta P$ και $2F_B$

11. 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.

12. 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.

13. (εξετάσεις Σεπ. 2015)

Ένα ψάρι (Α) κολυμπάει σε βάθος h μιας λίμνης και ένα ίδιο ψάρι (Β) σε βάθος $2h$ (θεωρείστε ότι τα (Α) και (Β) έχουν την ίδια μάζα και μέση πυκνότητα). Αν το (Α) δέχεται από το νερό άνωση B_A και πίεση p_A στο πάνω μέρος του, το (Β) θα δέχεται B_B και p_B που είναι αντίστοιχα ίσες με

- (α) B_A και p_A
(β) $2B_A$ και p_A
(γ) B_A και $2p_A$
(δ) $2B_A$ και $2p_A$

Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

1. Δείξτε ότι η εφαρμογή του υδραυλικού πιεστηρίου μπορεί να προκύψει από την αρχή διατήρησης της ενέργειας (ή ότι η ενέργεια διατηρείται κατά την εφαρμογή του υδραυλικού πιεστηρίου).
2. 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;
3. 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 πυκνότητα και την σχετική πυκνότητα του ($\rho_{\text{άνδρα}}/\rho_{\text{νερού}}$).
4. **(α)** Γιατί είναι ευκολότερο να επιπλέουμε σε καθαρό νερό όταν οι πνεύμονές μας είναι γεμάτοι παρά όταν είναι άδειοι;
(β) 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;

Ασκήσεις

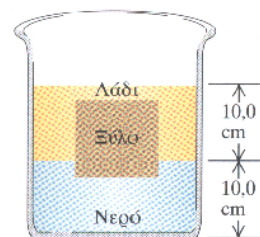
1. Η πίεση του αίματος μεταβάλλεται, όχι μόνο περιοδικά ως προς τον χρόνο σύμφωνα με τους παλμούς της καρδιάς, αλλά και χωρικά για διαφορετικά ύψη στο σώμα. Η χωρική αυτή μεταβολή εμφανίζεται εξαιτίας του διαφορετικού βάρους που έχει το αίμα των αγγείων που περιέχεται σε διαφορετικές στήλες μοναδιαίας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

(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);

2. Η πίεση ενός αερίου στη στάθμη της θάλασσας είναι p_0 ενώ η πυκνότητα του μεταβάλλεται με το ύψος h σύμφωνα με τη σχέση $\rho = \rho_0 e^{-2h}$. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της στατικής των ρευστών προσδιορίστε την πίεση του αερίου σε συνάρτηση με το ύψος.

3. 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 ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). α) Πόση είναι η διαφορική πίεση στην πάνω επιφάνεια του κομματιού; β) Πόση είναι η διαφορική πίεση στην κάτω επιφάνεια; γ) Πόση είναι η μάζα του ξύλου;



4. Ένα κομμάτι ξύλου μήκους 0,5m, πλάτους 0,2m και πάχους 0,03m έχει πυκνότητα 600 kg/m^3 . Τι όγκος μολύβδου πρέπει να προσαρτηθεί κάτω από το ξύλο, ώστε αυτό να βυθιστεί και η πάνω επιφάνεια του να συμπίπτει με την επιφάνεια του νερού; Πόση είναι η μάζα αυτού του όγκου μολύβδου; ($\rho_{\text{μολύβδου}} = 11,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

5. Μια μεγάλη κοίλη πλαστική σφαίρα συγκρατείται κάτω από την επιφάνεια μιας λίμνης γλυκού νερού ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$) με τη βοήθεια ενός καλωδίου προσδεμένου στον πυθμένα της λίμνης. Η σφαίρα έχει όγκο $0,3 \text{ m}^3$ και η τάση του καλωδίου είναι 700 N.

α) Υπολογίστε την άνωση της σφαίρας

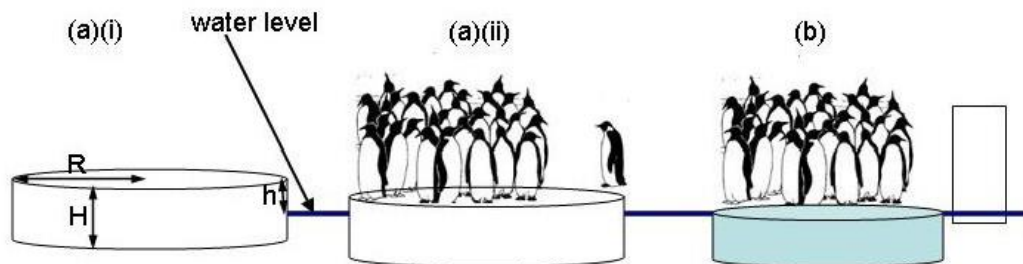
β) Πόση είναι η μάζα της σφαίρας;

γ) Το καλώδιο θραύεται και η σφαίρα ανεβαίνει στην επιφάνεια της λίμνης. Όταν η σφαίρα ηρεμίσει, τι κλάσμα του όγκου της θα είναι βυθισμένο;

6. Κυλινδρικό κομμάτι πάγου ($\rho_{\text{πάγου}} = 900 \text{ kg/m}^3$) με ακτίνα κυκλικής διατομής $R = 2,0 \text{ m}$ και ύψος $H = 20 \text{ cm}$ επιπλέει σε θαλάσσιο νερό πυκνότητας $\rho_{\text{θαλ.}} = 1030 \text{ kg/m}^3$.

(α) Μια ομάδα $N=50$ πιγκουίνων που η μάζα του καθενός είναι ίση με $m=5 \text{ kg}$, 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;



7. Μια ξύλινη σχεδιά διαστάσεων $4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 0,3\text{ m}$, επιπλέει στην επιφάνεια μιας λίμνης.
 (α) Αν η πυκνότητα του ξύλου είναι 600 kg/m^3 , βρείτε το κλάσμα της σχεδιάς που εξέχει της επιφάνειας του νερού.

(β) Πόσους ανθρώπους βάρους 670 N μπορεί να υποστηρίξει η σχεδιά παραμένοντας οριακά πάνω από την επιφάνεια του νερού;

8. 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 = 1024 kg/m^3 , πυκνότητα λίπους 900 kg/m^3 , μέση πυκνότητα της χωρίς καθόλου λίπος μάζας του θηλαστικού = 1100 kg/m^3).

9. (εξετάσεις Φεβ. 2015) 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 ογκομετρικό 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 επιπλεύσει ελεύθερα, οπότε παρατηρούμε ότι η στάθμη του νερού βρίσκεται στην ένδειξη $14,6\text{ L}$.

α) Πόση είναι η πυκνότητα του κορμού;

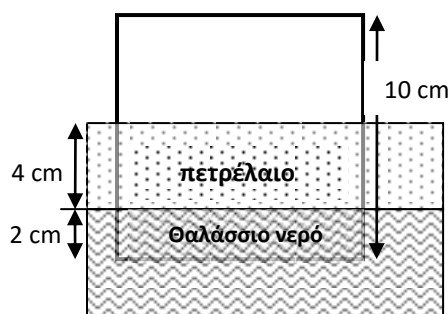
β) Τι ποσοστό του όγκου του κορμού καταλαμβάνει ο φλοιός του; (όπως προκύπτει από το εξεταζόμενο κομμάτι)

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

Δίνονται: $\rho_{\text{νερού}} = 10^3\text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{εσ. ξύλ}} = 470,5\text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{φλοιού}} = 400,5\text{ kg/m}^3$

10. (εξετάσεις Ιουνίου 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.



11. (1^η Προαιρετική Εξέταση Προόδου 2013-14) Η μέτρηση της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα σε ύψος 30 km δίνει τιμές γύρω στα 9,5 torr ενώ η θεωρητικά προβλεπόμενη τιμή της σύμφωνα με τη βαρομετρική εξίσωση $P_h = P_0 e^{-Ch}$ ($C = mg/RT$) είναι 25 torr.

α) Σε ποιο ύψος h θα μηδενιζόταν η ατμοσφαιρική πίεση αν ακολουθούσε τη θεμελιώδη εξίσωση της υδροστατικής;

β) Με βάση την απάντησή σας στο (α) ερώτημα, σχολιάστε αν η μεταβολή της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα από την επιφάνεια της θάλασσας σε ύψος π.χ. $h = 30$ km είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από αυτήν που θα παρουσιαζόταν αν ο αέρας ήταν ασυμπύεστο ρευστό και ακολουθούσε την εξίσωση της υδροστατικής.

- A. βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με τον υδράργυρο έξω από τον σωλήνα
 Β. ανυψώνεται κατά h ώστε να κερδίσει σε υδροστατική πίεση $\rho_{\text{νερ.}}gh$ την υποπίεση Δp
 Γ. ανυψώνεται κατά h ώστε να εκρέει από τον τριχοειδή σωλήνα ύψους h
 Δ. ταπεινώνεται κατά h ώστε να ισορροπήσει με υδροστατική πίεση $\rho_{\text{νερ.}}gh$ την υπερπίεση Δp

6. (εξετάσεις Φεβ. 2015)

Κυκλώστε το “Σ” αν η πρόταση που ακολουθεί είναι σωστή ή το “Λ” αν είναι λάθος
 Σ ή Λ; Το νερό μπορεί να ανέρχεται στα τριχοειδή αγγεία εξαιτίας της επιφανειακής του τάσης και της καλής διαβροχής των αγγείων

Σ ή Λ; Τα δέντρα μπορούν να μεταφέρουν νερό στα φύλλα τους σε ύψος ακόμα και δεκάδων μέτρων εξαιτίας του τριχοειδούς φαινομένου.

Σ ή Λ; Η εξάτμιση του νερού από τους πόρους των φύλλων (διαπνοή) καταφέρει να ανυψώσει το νερό σε ύψος που ξεπερνά τα 10,3 m.

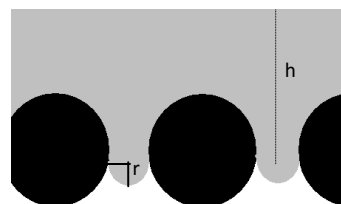
Σ ή Λ; Ρουφώντας πολύ δυνατά το νερό από ένα καλαμάκι μπορούμε να το ανεβάσουμε σε ύψος μεγαλύτερο από 10,3 m

Σ ή Λ; Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ίση με την υδροστατική πίεση στη βάση μιας στήλης νερού ύψους 10,3 m ή υδραργύρου ύψους 760 mm.

Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

- Με ποιο χαρακτηριστικό μέγεθος αξιολογείται η επιφανειακή τάση ενός υγρού;
 - Από τι εξαρτάται και πως;
 - Μπορεί να πάρει αρνητικές τιμές και γιατί;
- Ποιων φαινομένων είναι αποτέλεσμα το τριχοειδικό φαινόμενο;
 - Τι τιμές πρέπει να έχει η γωνία συνεπαφής μεταξύ υγρού και τοιχωμάτων τριχοειδούς σωλήνα ώστε να εμφανίζεται ταπείνωση της στάθμης του υγρού μέσα σε αυτόν; Εξηγήστε γιατί.
 - Που θα βρεθεί η στάθμη υδραργύρου μέσα σε τριχοειδή γυάλινο σωλήνα διαμέτρου 0,5 mm; Θεωρείστε ότι ο υδράργυρος δεν διαβρέχει τα τοιχώματα του γυάλινου σωλήνα (γωνία επαφής $\theta=180^\circ$), $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ και ο συντελεστής επιφανειακής του τάσης είναι 465 dyn/cm στους 20 °C ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $1 \text{ dyn} = 1 \text{ g}\cdot\text{cm/s}^2$).

- Πόση πρέπει να είναι η μέγιστη διάμετρος των πόρων μιας πορώδους επιφάνειας ώστε να συγκρατεί νερό ύψους $h = 10\text{cm}$; ($g = 9,8\text{m/s}^2$ και θεωρείστε για το νερό: $\gamma = 0,07 \text{ N/m}$, $\rho = 1\text{gr/cm}^3$).



4. (εξετάσεις Φεβ. 2016)

Πορώδες υμένιο μπορεί να συγκρατεί νερό θερμοκρασίας 25 °C σε ύψος μέχρι 10 cm πάνω από αυτό. Αν προσθέσουμε συγκεκριμένη ποσότητα επιφανειοδραστικής (τασιενεργής) ουσίας στο νερό πάνω από το πορώδες υλικό, παρατηρούμε ότι το νέο διάλυμα διαπερνά το πορώδες υμένιο όταν φτάνει σε ύψος 2 cm από αυτό. Πόση είναι η επιφανειακή τάση του νέου διαλύματος;

5. (εξετάσεις Φεβ. 2014)

Το ξύλωμα ενός δέντρου αποτελείται από τριχοειδή αγγεία διαμέτρου 0,4 mm. Σε πόσο ύψος μπορεί να ανέλθει το νερό σε αυτό αν θεωρήσετε ότι διαβρέχει τέλεια τα αγγεία του;

6. (εξετάσεις Σεπ. 2016)

α) Που υπάρχει περισσότερη αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια, στο εσωτερικό ή στην επιφάνεια ενός υγρού; Γιατί; Ποιο είναι το μακροσκοπικό αποτέλεσμα αυτής της διαφοράς;

β) Τι τιμές πρέπει να έχει η γωνία συνεπαφής μεταξύ υγρού και τοιχωμάτων τριχοειδούς σωλήνα ώστε να εμφανίζεται ταπείνωση της στάθμης του υγρού μέσα σε αυτόν; Εξηγήστε γιατί.

γ) Σε πόσο ύψος (h) θα ανέλθει η στάθμη του νερού σε κατακόρυφο σωλήνα που το άνω άκρο του είναι κλειστό (θεωρείστε ότι δεν υπάρχει εγκλωβισμένος ατμοσφαιρικός αέρας), το κάτω άκρο του είναι βυθισμένο κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια νερού (βλ. σχήμα) και η εσωτερική διάμετρός του είναι: I) 10 cm, II) 1 mm; (Το νερό βρίσκεται σε θερμοκρασία 20 °C και διαβρέχει τέλεια τα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα)



Ασκήσεις

1. (i) Βρείτε τη διαφορική πίεση σε pascal σε μια σαπουνόφουσκα με διάμετρο 3 cm. Ο συντελεστής επιφανειακής τάσης είναι 25 dyn/cm.

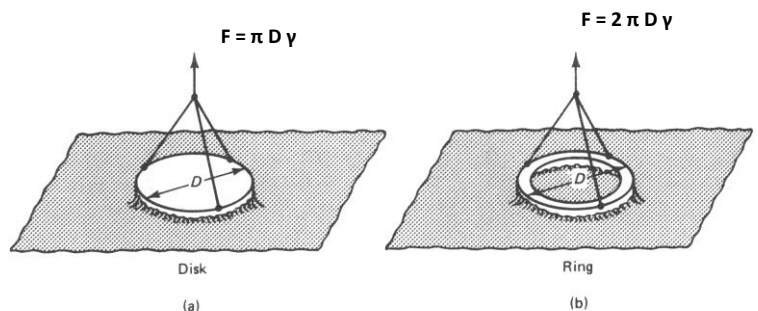
(ii) Τι θα συμβεί όταν μια σταγόνα νερού με ακτίνα 1mm περάσει μέσα από ομίχλη που αποτελείται από σταγονίδια ακτίνας 0,01mm; (Υποθέστε ότι $T = 20\text{ }^\circ\text{C}$ και επομένως η επιφανειακή τάση για το νερό είναι 72,8 dyn/cm)

2. Στο σχήμα παριστάνεται μια πρακτική μέθοδος προσδιορισμού της επιφανειακής τάσης υγρού χρησιμοποιώντας (α) δίσκο και (β) δαχτύλιο. Η δύναμη που απαιτείται για την ανύψωση αυτών των αντικειμένων από την επιφάνεια θα πρέπει να υπερνικά τη δύναμη της επιφανειακής τάσης και του βάρους του αντικειμένου.

i) Θεωρείστε ότι στο σχήμα (b) παριστάνεται λεπτός αλουμινένιος δαχτύλιος διαμέτρου 5 cm και μάζας 2,5 gr. Πόση είναι η δύναμη που χρειάζεται για να ανασηκωθεί από την επιφάνεια (α) νερού; (β) σαπουνάδας;

ii) Εάν η δύναμη αυτή είναι ίση με βάρος σώματος μάζας 5,76 gr, ποια είναι η επιφανειακή τάση του υγρού; ($g = 9,8\text{ m/s}^2$)

Υγρό	γ , dyn/cm (*)
Νερό	72,8
$\Delta/\mu\alpha$ με σαπούνι	25,0
Υδράργυρος	54,5



* Πολλαπλασιάσε με 10^{-3} για τη μετατροπή σε N/m

3. (εξετάσεις Ιούνιος 2015)

(I) Το γεγονός ότι παρατηρείται ανύψωση της στάθμης του νερού στο εσωτερικό τριχοειδούς αγγείου σημαίνει για τα εσωτερικά τοιχώματα του αγγείου ότι:

- A) δεν διαβρέχονται καλώς από το νερό
- B) η γωνία συνεπαφής τους με το νερό είναι $\theta > 90^\circ$
- Γ) είναι υδρόφιλα
- Δ) η επιφάνεια του νερού στο εσωτερικό του αγγείου είναι κυρτή

(II) Λεπτή, γυάλινη, τριχοειδής πιπέτα, εσωτερικής διαμέτρου 1 mm, εμβαπτίζεται σε αποσταγμένο νερό ($\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$) θερμοκρασίας 25°C .

i) Σε πόσο ύψος ή βάθος θα ανέλθει ή θα κατέλθει η στάθμη του νερού μέσα στον τριχοειδή σωλήνα;

ii) Στη συνέχεια στο νερό προστίθεται αιθανόλη ώστε να σχηματιστεί διάλυμα 40% v/v του οποίου η πυκνότητα είναι $\rho_2 = 947 \text{ kg/m}^3$ και παρατηρείται ότι η στάθμη του διαλύματος ανέρχεται κατά 16 mm λιγότερο από ότι στην περίπτωση του καθαρού νερού. Πως και πόσο μεταβλήθηκε η επιφανειακή τάση του καθαρού νερού εξαιτίας της προσθήκης της συγκεκριμένης ποσότητας αιθανόλης. (Θεωρείστε γωνία συνεπαφής γυαλιού με καθαρό νερό και αιθανόλη είναι ίση με 0°).

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

Ερωτήσεις κλειστού τύπου και ανοικτού τύπου

1. Υπολογίστε τη μεταβολή της πίεσης υγρού στην περίπτωση που αυτό ρέει σε οριζόντια φλέβα η ακτίνα της οποίας υποτριπλασιάζεται. Υποθέστε ότι η ταχύτητα της ροής του υγρού στην περιοχή όπου δεν υπάρχει στένωση είναι 50 cm/s. Η πυκνότητα του υγρού είναι 1050 kg/m^3 .

2. α) Υπό ποιες προϋποθέσεις ένα ρευστό ικανοποιεί: (i) την εξίσωση συνέχειας (ii) την εξίσωση Bernoulli;

β) Σε κάποιο σημείο ενός σωλήνα ύδρευσης, η ταχύτητα του νερού είναι 4 m/s και η διαφορική πίεση $5 \times 10^4 \text{ Pa}$. Βρείτε τη διαφορική πίεση σε ένα άλλο σημείο του σωλήνα, που είναι 12m χαμηλότερα από το πρώτο και όπου η διατομή έχει εμβαδόν διπλάσιο από αυτό στο ψηλότερο σημείο ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

3. Υποθέστε ότι δύο δοχεία, το καθένα με ένα μεγάλο άνοιγμα στην κορυφή, περιέχουν διαφορετικά υγρά. Μια μικρή τρύπα ανοίγεται στο πλευρό του καθενός δοχείου στην ίδια απόσταση h κάτω από την επιφάνεια του υγρού, η μία όμως τρύπα έχει διπλάσια διατομή από την άλλη. (α) Ποιος ο λόγος των πυκνοτήτων των ρευστών αν παρατηρείται ότι η ροή μάζας είναι η ίδια για κάθε τρύπα; (β) Ποια η σχέση μεταξύ των παροχών όγκου στις δύο τρύπες; (γ) Μπορούν οι παροχές όγκου να γίνουν ίσες; Πως;

4. (1^η Προαιρετική Εξέταση Προόδου 2013-14)

Πως, σύμφωνα με το νόμο Poiseuille, $Q = \frac{\pi}{8\eta} \frac{P_1 - P_2}{L} R^4$, η στένωση των αρτηριών οδηγεί σε καταπονήση των καρδιακών μυών; (θεωρείστε ικανοποιητική την προσέγγιση του αίματος ως νευτώνιου ρευστού)

5. (Εξετάσεις Φεβ. 2014)

Μια οριζόντια αρτηρία έχει υποστεί στένωση έτσι ώστε σε ένα σημείο της Β η διατομή της να είναι η μισή αυτής σε ένα άλλο σημείο Α.

Αν τη διαρρέει ιδανικό ρευστό για την παροχή Q στα σημεία Α και Β θα ισχύει:

A. $Q_A = Q_B$

B. $Q_A = Q_B/2$

Γ. $Q_B = Q_A/2$

Δ. $Q_A = Q_B/4$

Ε. $Q_B = Q_A/4$

για την ταχύτητα του ρευστού στα σημεία Α και Β θα ισχύει:

A. $u_A = u_B$

B. $u_A = u_B/2$

Γ. $u_B = u_A/2$

Δ. $u_A = u_B/4$

Ε. $u_B = u_A/4$

για τη μεταβολή της στατικής πίεση του ρευστού από το σημείο Α στο Β, $\Delta p = p_A - p_B$ θα ισχύει:

A. $\Delta p = 0$

B. $\Delta p = 3\rho u_B^2/8$

Γ. $\Delta p = -3\rho u_B^2/8$

Δ. $\Delta p = 15\rho u_B^2/32$

Ε. $\Delta p = -15\rho u_B^2/32$

Αν την αρτηρία αυτή διαρρέει νευτώνειο ρευστό ιξώδους n (βλέπε ν. Poiseuille), η παροχή στα σημεία A και B θα είναι:

A. $Q_A = Q_B$

B. $Q_A = Q_B/2$

Γ. $Q_B = Q_A/16$

Δ. $Q_A = Q_B/4$

Ε. $Q_B = Q_A/4$

Τι θα πρέπει να κάνει μια αντλία συνδεδεμένη με αυτήν την αρτηρία ώστε να διατηρεί σταθερή την παροχή;

Τι θα συνέβαινε αν η αρτηρία ήταν ένα τριχοειδές αγγείο και αντί για νευτώνειο ρευστό υπήρχε σε αυτό εναιώρημα μικρών άκαμπτων σφαιριδίων 50% κατ' όγκο;

Τι συμβαίνει αν το εναιώρημα άκαμπτων σφαιριδίων αντικατασταθεί με αίμα, αιματοκρίτη 50%;

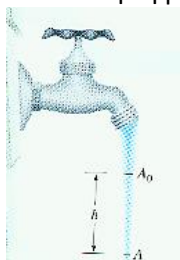
6. α) Για ποιο λόγο η πορτοκαλάδα ανεβαίνει στο στόμα μας όταν την ρουφάμε με καλαμάκι;

β) Αν πίνετε μέσα σε 20 sec, ένα ποτήρι νερού, όγκου 200 ml, μέσα από καλαμάκι μήκους 30 cm και διατομής 20 mm^2 με σταθερή παροχή, υπολογίστε την ταχύτητα κίνησης του νερού. Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη μείωση Δp της πίεσης στο εσωτερικό του στόματος σας; Θεωρήστε ότι το καλαμάκι είναι κατακόρυφο, μόλις που αγγίζει την επιφάνεια νερού στο ποτήρι και ότι βρισκόμαστε στην επιφάνεια της θάλασσας.

γ) Ποιο είναι το πιο μακρύ καλαμάκι που μπορεί να λειτουργεί;

Ασκήσεις

1. Το νερό που εκρέει από τη βρύση του διπλανού σχήματος εκτελεί ελεύθερη πτώση με σταθερή επιτάχυνση $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Το εμβαδόν της διατομής στη στάθμη A_0 είναι $1,2 \text{ cm}^2$ και στην A : $0,35 \text{ cm}^2$. Η απόσταση h μεταξύ των A_0 και A είναι 45 mm . Πόσος χρόνος θα χρειαστεί για να γεμίσει δοχείο 100 ml από αυτή τη βρύση;

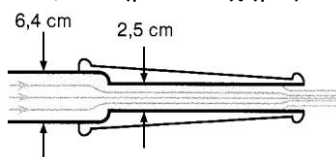


2. Ένα λάστιχο ποτίσματος εσωτερικής διαμέτρου 2 cm συνδέεται με ένα ραντιστήρι που αποτελείται απλώς από ένα κλειστό περίβλημα με 24 τρύπες, η καθεμιά διαμέτρου $0,12 \text{ cm}$. Αν το νερό στο λάστιχο έχει ταχύτητα 1 m/sec , με ποια ταχύτητα φεύγει το νερό από τις τρύπες του ραντιστηριού;

3. (α) Πόσο έργο παράγεται από την πίεση όταν ωθεί 10 m^3 νερού μέσα σε ένα σωλήνα 5 cm , αν η διαφορά πιέσεως στα δύο άκρα του σωλήνα είναι 150 Pa ;

(β) Αν τέτοια ποσότητα νερού πέφτει κάθε λεπτό (δηλ. με ρυθμό $10 \text{ m}^3/\text{min}$) από ύψος 10 m και κινεί έναν υδροστρόβιλο, ποια η μέγιστη ισχύς που μπορεί να αναπτύξει ο στρόβιλος αυτός;

4. Η διαφορική πίεση ($p - p_{\text{atm}}$) σε ένα πυροσβεστικό σωλήνα διαμέτρου $6,4 \text{ cm}$ είναι $3,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ και η ταχύτητα ροής είναι $4,0 \text{ m/s}$. Ο σωλήνας καταλήγει σε ένα μεταλλικό ακροφύσιο διαμέτρου $2,5 \text{ cm}$ (βλέπε σχήμα).



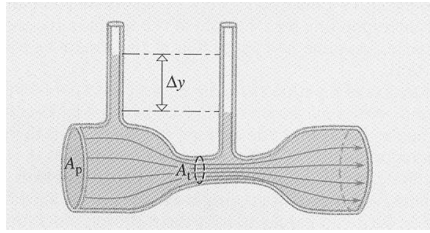
α) Πόση είναι η διαφορική πίεση και η ταχύτητα του νερού στο ακροφύσιο;

β) Πόση είναι η ταχύτητα του νερού ακριβώς έξω από το ακροφύσιο;

γ) Η διάμετρος της φλέβας του νερού αυξάνεται, ελαττώνεται ή παραμένει ίδια καθώς αυτό εγκαταλείπει το ακροφύσιο;

5. Στην πλευρική επιφάνεια μεγάλης δεξαμενής νερού υπάρχει κυκλική τρύπα με διάμετρο 2 cm , 16 m κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στη δεξαμενή. Η οροφή της δεξαμενής είναι ανοιχτή στον αέρα. Βρείτε α) την ταχύτητα εκροής και β) τον όγκο που εκρέει ανά μονάδα χρόνου. (ή το χρόνο που απαιτείται για να γεμίσει δοχείο όγκου 500 ml)

6. Η στάθμη του στελέχους που βρίσκεται κάθετα στην περιοχή όπου ο ανομοιόμορφος εικονιζόμενος σωλήνας έχει διατομή $A_p = 200 \text{ cm}^2$, εμφανίζει διαφορά $\Delta y = 5 \text{ cm}$ ως προς το ύψος της σε σχέση με τη στάθμη στο κατακόρυφο στέλεχος όπου η διάμετρος του «στενού λαιμού» του σωλήνα είναι $d = 10 \text{ cm}$. Υπολογίστε την παροχή του υγρού στον σωλήνα. (Θεωρείστε ιδανικό το υγρό, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)



7. (εξετάσεις Φεβ. 2016)

Σε ένα κατακόρυφο φράγμα, η στάθμη του νερού ανέρχεται σε ύψος 20m από τη βάση του.

A) Πόση είναι η πίεση που ασκεί το νερό στη βάση του φράγματος; Να κάνετε γραφική παράσταση της πίεσης στο τοίχωμα του φράγματος σε συνάρτηση με το ύψος από τη βάση του.

B) Από θυρόφραγμα διατομής $1,5 \text{ m}^2$ στη βάση του φράγματος, ξεκινά οριζόντιος σωλήνας που χρησιμοποιείται για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Πόσες ώρες θα πρέπει να παραμείνει ανοικτό το θυρόφραγμα ώστε να αποδοθούν 540.000 m^3 νερού;

8. (εξετάσεις Σεπ. 2015)

Κεντρικός σωλήνας ποτίσματος εσωτερικής διατομής 100 cm^2 παροχεύεται από αντλία νερού με ρυθμό 60 L/min και διακλαδίζεται σε 10 λαστιχένιους σωλήνες εσωτερικής διαμέτρου 2 cm ο καθένας.

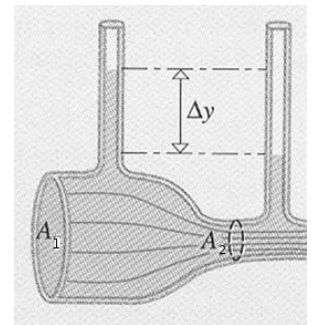
α) Πόση είναι η ταχύτητα του νερού στο εσωτερικό του κεντρικού σωλήνα και πόση σε καθένα από τους λαστιχένιους σωλήνες;

β) Σε ένα σημείο ενός λαστιχένιου σωλήνα, τα ελαστικά του τοιχώματα έχουν ξεχειλώσει με αποτέλεσμα εκεί η διατομή του να είναι διπλάσια. Είναι η πίεση που ασκεί το νερό στο ξεχειλωμένο τοίχωμα μικρότερη ή μεγαλύτερη από αυτήν που στο υπόλοιπο τμήμα του σωλήνα και κατά πόσο; Τι κίνδυνος υπάρχει; (Ολο το σύστημα σωλήνωσης βρίσκεται σε οριζόντια θέση).

9. (εξετάσεις Ιούνιος 2015)

Θεωρείστε το αίμα ως ιδανικό ρευστό πυκνότητας 1025 kg/m^3 που διαρρέει τη φλέβα του διπλανού σχήματος με σταθερή παροχή $31,4 \text{ mL/s}$. Αν η διάμετρος της φλέβας στην περιοχή που στενεύει (A_2) είναι $d_2 = 2 \text{ cm}$ ενώ στην περιοχή A_1 είναι $d_1 = 4 \text{ cm}$, να υπολογίσετε: i) την ταχύτητα του αίματος v_2 στην περιοχή A_2

ii) τη διαφορά ύψους Δy που θα παρατηρηθεί στα κατακόρυφα στελέχη που τοποθετούνται στις περιοχές A_1 και A_2 (βλέπε σχήμα).



10. (εξετάσεις Φεβ. 2015) Πόση θα πρέπει να είναι η διάμετρος μιας οπής που θα ανοίξουμε στην πλευρική επιφάνεια μεγάλης, ανοικτής δεξαμενής νερού, $7,2 \text{ m}$ κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού ώστε να έχουμε παροχή νερού ίση με 180 L/min ;

11. (1^η Προαιρετική Εξέταση Προόδου 2013-14)

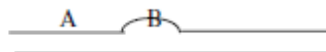
Για το πότισμα μιας καλλιέργειας χρειάζεται να αποδοθούν $942,5 \text{ L}$ νερού σε 50 min . Κατά μήκος οριζόντιου σωλήνα συνδεδεμένου με βρύση που εξασφαλίζει αυτήν την παροχή ανοίγουμε 10 τρύπες που οδηγούν το νερό σε αντίστοιχα αυλάκια.

α) Πόση πρέπει να είναι η διάμετρος αυτών των οπών ώστε το νερό να εκρέει από αυτές με ταχύτητα 10 m/s ;

β) Σε μια περιοχή μέσα στο σωλήνα, έχει μαζευτεί χώμα, με αποτέλεσμα εκεί ο σωλήνας να στενεύει και η εσωτερική του διατομή να μειώνεται σημαντικά. Η στατική πίεση σε αυτήν την περιοχή είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με αυτήν στο εσωτερικό του υπόλοιπου σωλήνα και γιατί;

12. (εξετάσεις Σεπ. 2014)

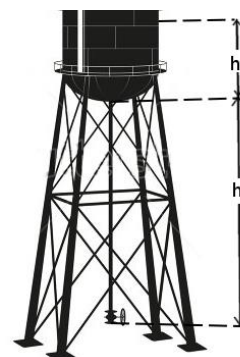
Στο σχήμα παριστάνεται οριζόντια αρτηρία με ανεύρισμα στην περιοχή B ώστε A_B (εμβαδόν διατομής στην περιοχή B) = $2 A_A$. Υποθέστε ότι το αίμα είναι ιδανικό ρευστό.



- α) ποιος θα είναι ο ρυθμός ροής (παροχή, Q) στο B σε σχέση με το A;
 β) ποιά θα είναι η ταχύτητα του αίματος στο B σε σχέση με το A;
 γ) Αν η πυκνότητα του αίματος είναι 1025 kg/m^3 και η ταχύτητά του στο A ίση με $1,5 \text{ m/s}$, πόση είναι η μεταβολή στη στατική πίεση $\Delta p = p_B - p_A$;
 δ) Ποιός είναι ο κίνδυνος για την αρτηρία σε αυτήν την κατάσταση;

13. (εξετάσεις Σεπ. 2016)

Στη βάση υπερυψωμένης δεξαμενής συνδέεται σωλήνας διατομής 10 cm^2 , το ελεύθερο άκρο του οποίου βρίσκεται σε κατακόρυφη απόσταση $h_1 = 3 \text{ m}$ (σχήμα). Πόσο πρέπει να είναι το ύψος της στάθμης του νερού στη δεξαμενή (h_2) ώστε από το ελεύθερο άκρο το σωλήνα να παρέχονται 600 L το λεπτό;



14. Ένα αυτοκίνητο φεύγει από την πορεία του, πέφτει στην θάλασσα και βυθίζεται σε βάθος 6 m . Ο οδηγός αρχικά επιχειρεί να ανοίξει την πόρτα αλλά διαπιστώνει ότι αυτό είναι αδύνατο.

- α) Η δύναμη που πρέπει να εξασκήσει στην πόρτα είναι ισοδύναμη με το βάρος πόσων ελεφάντων; (η πόρτα έχει εμβαδόν 1 m^2 και ένας ελέφαντας έχει μάζα 6 τόνων). Θεωρήστε ότι η πίεση του αέρα στο εσωτερικό αυτοκινήτου είναι ίση με την πίεση στην επιφάνεια.
 β) Ο οδηγός αποφασίζει να ανοίξει λίγο το παράθυρο ώστε να μπει νερό στο εσωτερικό του αυτοκινήτου (όγκου 5 m^3) και αφού γεμίσει, να επιχειρήσει να ανοίξει την πόρτα. Αν το άνοιγμα στο παράθυρο έχει επιφάνεια 10 cm^2 , σε πόσο χρόνο θα γεμίσει το αυτοκίνητο με νερό;

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ - ΙΣΩΔΕΣ

Ερωτήσεις κλειστού τύπου

1. Η ανύψωση του αερόστατου οφείλεται:

- (Α) Στη δυναμική άνοση
 (Β) Στην έλλειψη βάρους
 (Γ) Στη στατική άνοση
 (Δ) Στην ύπαρξη πραγματικού ρευστού στο εσωτερικό του

2. Η δυναμική άνωση είναι αποτέλεσμα:

- (Α) της ύπαρξης πυκνότερων δυναμικών γραμμών ρευστού στην περιοχή που βρίσκεται «επάνω» σε σχέση με αυτή που βρίσκεται «κάτω»
- (Β) της ομοιόμορφης κατανομής ταχυτήτων του ρευστού γύρω από το σώμα που τη δέχεται
- (Γ) της μικρότερης πυκνότητας του σώματος συγκριτικά με αυτήν του ρευστού
- (Δ) του γεγονότος ότι το ρευστό ηρεμεί ως προς το σώμα που την υφίσταται.

3. Ποια/ες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστή/ες:

- (Α) Η αύξηση της θερμοκρασίας στα υγρά έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των διαμοριακών αποστάσεων και επομένως την ελάττωση των διαμοριακών δυνάμεων που οδηγεί σε μείωση του ιξώδους
- (Β) Η αύξηση της θερμοκρασίας των αερίων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των διαμοριακών αποστάσεων και επομένως την ελάττωση των διαμοριακών δυνάμεων που οδηγεί σε μείωση του ιξώδους
- (Γ) Στα Νευτώνεια ρευστά η ταχύτητα ροής των ενδιάμεσων στρωμάτων αυξάνει ομοιόμορφα από τη μία επιφάνεια στην άλλη
- (Δ) Το αίμα ως αιώρημα στερεών σωματιδίων είναι Νευτώνειο ρευστό αφού καθώς αυξάνει ο ρυθμός παραμόρφωσης, τα αιμοσφαίρια παραμορφώνονται και προσανατολίζονται κατάλληλα για να διευκολύνουν τη ροή του

Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

1. Για Νευτώνειο ρευστό, η ταχύτητα ροής του δίνεται από $v = \frac{P_1 - P_2}{4\eta L} (R^2 - r^2)$, όπου:

P_1 και P_2 :

η :

R :

r :

Τι σημαίνει «η φορά της ροής είναι πάντοτε αντίθετη προς τη βαθμίδα πίεσης»;

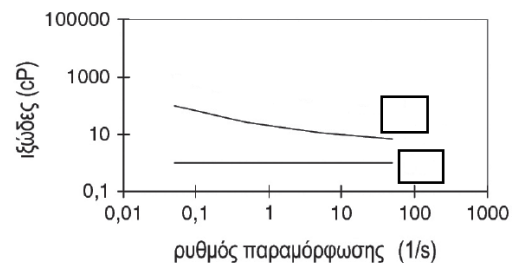
2. Σύμφωνα με το νόμο του Poiseuille: $Q = \frac{dV}{dt} = \frac{\pi}{8\eta} \frac{P_1 - P_2}{L} R^4$ αν μια αρτηρία στενέψει

στο μισό της αρχικής της διαμέτρου, οι καρδιακοί μύες πρέπει να λειτουργούν φορές πιο έντονα ώστε να διατηρούν την παροχή αίματος.

3. Μια σφαίρα ακτίνας r και πυκνότητας ρ_σ πέφτει μέσα σε υγρό με συντελεστή ιξώδους η και πυκνότητα ρ_ν . (α) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που δέχεται η σφαίρα. (β) Γράψτε τις σχέσεις για κάθε μια από αυτές ως συνάρτηση των προηγούμενων παραμέτρων, του g και της ταχύτητας της σφαίρας (v) Τι εννοούμε όταν λέμε ότι η σφαίρα αποκτά ορική ταχύτητα και πως υπολογίζεται αυτή με βάση τα παραπάνω;

4. (1^η Προαιρετική Εξέταση Προόδου 2013-14)

Στα τετράγωνα του διπλανού σχήματος συμπληρώστε τις τιμές του αιματοκρίτη (0% ή 45%) για τις αντίστοιχες καμπύλες. Σε ποιά περίπτωση έχουμε συμπεριφορά νευτώνειου ρευστού; Τι θα συνέβαινε αν τα ερυθρά αιμοσφαίρια συμπεριφέρονταν σαν άκαμπτα σφαιρίδια;



5. (εξετάσεις Σεπ. 2014)

Σφαίρα όγκου V και πυκνότητας ρ_σ πέφτει μέσα σε ρευστό ηξώδους η και πυκνότητας ρ_ν . Πόση είναι η επιτάχυνσή του όταν πεφτεί με (i) $v < v_{\text{ορική}}$ (ii) $v > v_{\text{ορική}}$ (ΠΡΟΣΟΧΗ, οι απαντήσεις πρέπει να εκφράζονται συναρτήσει ΜΟΝΟ των δεδομένων μεγεθών, V , η , ρ_σ , ρ_ν , v και του g)

6. (εξετάσεις Φεβ. 2014)

Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται σε μια σταγόνα βροχής που πέφτει κατακόρυφα μέσα στην ατμόσφαιρα. Πότε θα αποκτήσει ορική ταχύτητα;

7. (εξετάσεις Φεβ. 2014)

Τι κίνηση εκτελεί ένα κομμάτι χαλάζι από τη δημιουργία του μέχρι να φτάσει στο έδαφος. Γιατί αν και πέφτει από πολύ μεγάλο ύψος οι ζημιές που προκαλεί δεν είναι μοιραίες για τις κατασκευές των ανθρώπων; Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό.

Ασκήσεις

1. Πόση ταχύτητα πρέπει να έχει μια χρυσή σφαίρα ακτίνας 6,00mm μέσα σε καστορέλαιο (ρετσινόλαδο) στους 20°C, ώστε η αντίσταση που υφίσταται να ισούται με το ¼ του βάρους της σφαίρας;

Δίνονται:

- Ο συντελεστής ιξώδους του ρετσινόλαδου είναι 9,86 poise στη θερμοκρασία αυτή

- 1 poise = 1 dyn·s/cm² (1 dyn = 1 g·cm/s²)

- Νόμος Stokes: $F_{av} = 6\pi\eta r_{σφαιρ} \cdot v$

2. Μια χάλκινη σφαίρα με μάζα 0,2 g πέφτει με ορική ταχύτητα 5,0 cm/s μέσα σε άγνωστο ρευστό. Αν η πυκνότητα του χαλκού είναι 8900 kg/m³ και του ρευστού 2800 kg/m³, πόσος είναι ο συντελεστής ιξώδους του ρευστού (σε poise); 1 poise = 1 dyn·s/cm² (1 dyn = 1 g·cm/s²)

3. Ένα κομμάτι πάγου (χαλάζι) που θεωρείται κατά προσέγγιση σφαιρικό με μάζα m=2,5gr και εμβαδό τομής A=11,1cm² πέφτει ξεκινώντας από την ηρεμία μέσα στον ατμοσφαιρικό αέρα του οποίου η πυκνότητα δίνεται ρ=1,2x10⁻³ gr/cm³. Αν η δύναμη της αντίστασης δίνεται ως:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D A \rho v^2$$

με μέση τιμή του συντελεστή αντίστασης C_D = 0,45 υπολογίστε την ορική του ταχύτητα

4. Μια χρυσή σφαίρα ακτίνας 6,00mm αφήνεται από ηρεμία να πέσει στην επιφάνεια καστορέλαιου (ρετσινόλαδου) που περιέχεται σε αρκετά μεγάλο δοχείο στους 20°C. Ποια είναι η επιτάχυνση της σφαίρας όταν αυτή έχει i) v = v_{ορική}, ii) v = v_{ορική}/2 (Δίνονται: ρ_{χρυσού} = 19,3 g/cm³, ρ_{ρετσινόλαδου} = 0,961 g/cm³, η_{ρετσινόλαδου} = 9,86 poise στους 20°C)

ΓΕΝΙΚΑ

Vσφαιρας = (4/3) πR³ 1 poise = 1 dyn·s/cm² (1 dyn = 1 g·cm/s²) Νόμος

Stokes για σφαίρα: $F_{av} = 6\pi\eta r_{σφαιρ} \cdot v$

5. (1^η Προαιρετική Εξέταση Προόδου 2013-14) Με πόση ταχύτητα φτάνει στο έδαφος μια σταγόνα βροχής που σχηματίζεται σε σύννεφο που βρίσκεται σε ύψος 2013 m, αν η δύναμη αντίστασης δίνεται ως T = k V_{σταγόνας} ρ_{ατμ. αερα} v² (με συντελεστή k = 0,999)