



ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

κ. ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



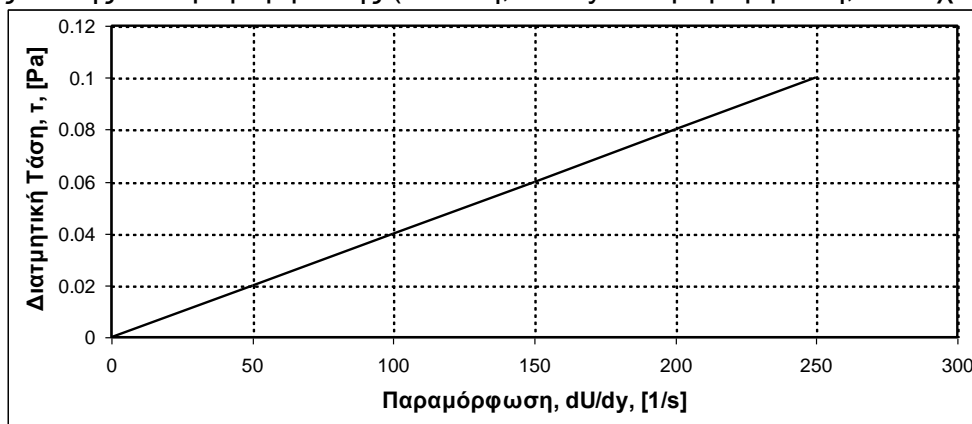
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....
ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 4 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2006

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Μπορείτε να λύσετε όλες τις ασκήσεις. Άριστα είναι το δέκα (10) και βάση το πέντε (5). Προσοχή: το άθροισμα όλων των μονάδων είναι 12.5.

1° ΘΕΜΑ (2.0 μονάδες):

Ένα υγρό όταν ρέει στους 25 [°C] χαρακτηρίζεται από το παρακάτω διάγραμμα Διατμητικής Τάσης – Παραμόρφωσης (τ =τάση, dU/dy = παραμόρφωση, U =ταχύτητα):



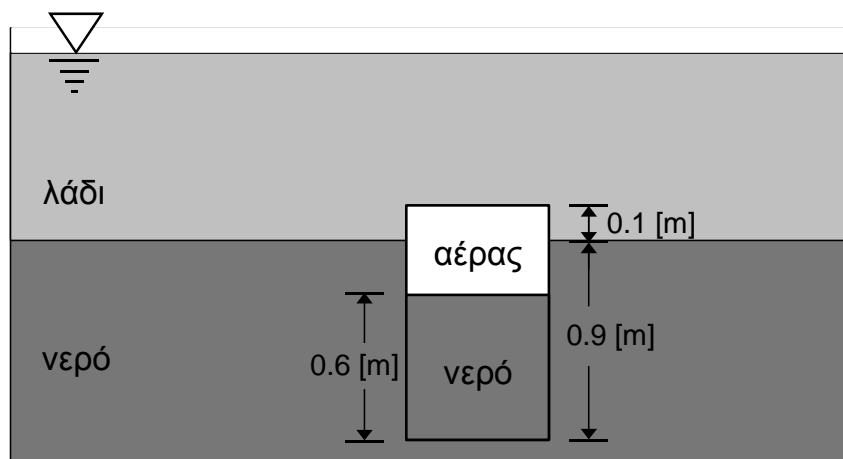
- (α) Πόσο είναι το δυναμικό ιξώδες του υγρού σε μονάδες [cP];
(β) Εάν το δυναμικό ιξώδες στους 50 [°C] είναι 0.00065 [Pa s] και στους 90 [°C] είναι 0.00018 [Pa s], υπολογίστε την τιμή του στους 76 [°C].

2° ΘΕΜΑ (1.0 μονάδα):

- (α) Ένα μπαλόνι βυθίζεται ολόκληρο, πρώτα σε ένα δοχείο με ελαιόλαδο και μετά σε ένα δοχείο με νερό. Από ποιο υγρό δέχεται μεγαλύτερη άνωση και γιατί;
(β) Μία ξύλινη και μία ασάλινη σφαίρα ίδιας διαμέτρου βυθίζονται στη θάλασσα. Ποια δέχεται μεγαλύτερη άνωση και γιατί;

3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Κυλινδρικό, κλειστό, μεταλλικό δοχείο ύψους 1.0 [m] και διαμέτρου 0.25 [m] περιέχει νερό μέχρι το ύψος των 0.6 [m]. Το δοχείο είναι πλήρως βυθισμένο και ισορροπεί σε δεξαμενή που περιέχει λάδι και νερό, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εάν το λάδι έχει ειδικό βάρος 8340 [N/m³], υπολογίστε το καθαρό βάρος του μεταλλικού δοχείου.

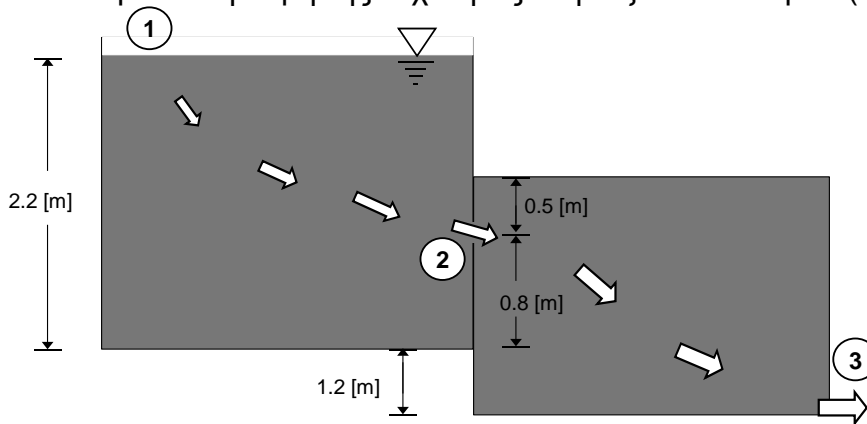


4° ΘΕΜΑ (1.0 μονάδα):

Υπολογίστε τη μέση ταχύτητα σε κυκλικό αγωγό ακτίνας 5 [cm] όπου ρέει νερό (δυναμικό ιξώδες, $\mu=0.001003$ [kg/m/s]), ώστε ο αριθμός Reynolds να είναι ίσος με 12000.

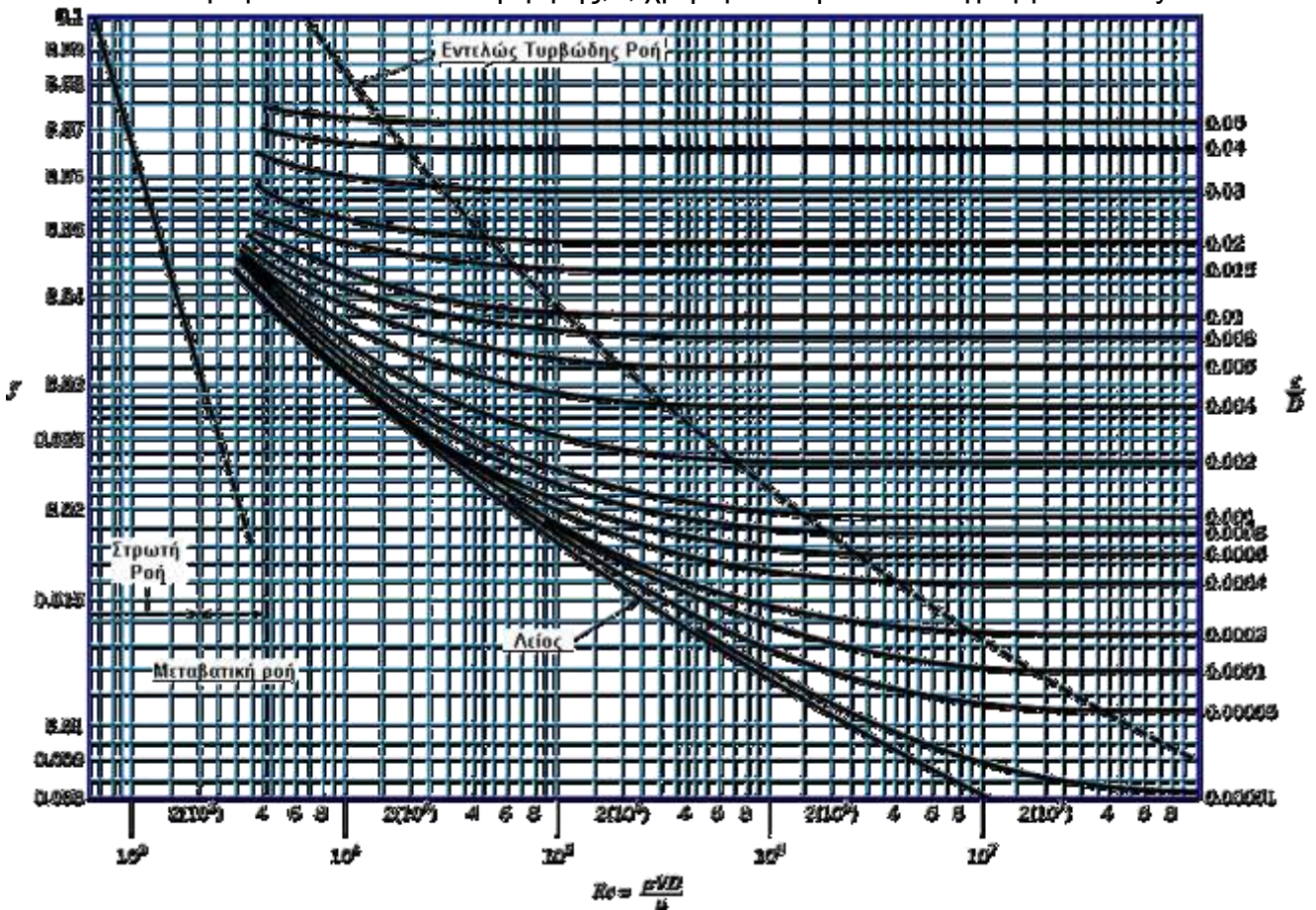
5° ΘΕΜΑ (2.5 μονάδες):

Μία ανοικτή δεξαμενή που περιέχει νερό, συνδέεται με μια κλειστή δεξαμενή γεμάτη με νερό στη θέση 2. Η ροή του νερού είναι μόνιμη στο χρόνο και οι απώλειες είναι αμελητέες. Εάν το νερό ακολουθεί γενικά την πορεία από τη θέση 1 προς τη θέση 2 στην ανοικτή δεξαμενή και έπειτα προς τη θέση 3 στην κλειστή δεξαμενή, απ' όπου και εκρέει στο περιβάλλον, να υπολογίσετε την τιμή της ταχύτητας στην έξοδο του νερού (θέση 3).



6° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Υγρό πυκνότητας 1280 [kg/m³] και δυναμικού ιξώδους 0.008 [kg/m/s] ρέει σε κυκλικό αγωγό διαμέτρου 0.12 [m] και τραχύτητας 0.1 [mm]. Εάν η ογκομετρική παροχή είναι 1200 [l/min] να υπολογίσετε τις απώλειες τριβής (γραμμικές) σε [Pa] σε μήκος σωλήνα 30 [m]. Για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής, f , χρησιμοποιήστε το διάγραμμα Moody:



ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΥΣΤΩΝ Ι - ΘΕΩΡΙΑ

A' ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΑΡΙΝΟ 2005 (04 ΙΕΝ 2006)

1^ο ΘΕΜΑ: α) Παίρνουμε ένα ρυθμό [ρίγος] ρίγος (ίσω: $z = 0.04$ [Pa], $dy/dx = 100$ [1/s])

$$z = \mu \frac{dU}{dx} \Rightarrow \mu = \frac{z}{dU/dx} = \frac{0.04}{100} = 4 \times 10^{-4} \text{ [Pa}\cdot\text{s]} = \boxed{0.4 \text{ [cP]}}$$

$$\beta) \mu = \frac{0.00065}{0.00018 - 0.00065} = \frac{76 - 50}{90 - 50} \Rightarrow \dots \mu = \boxed{0.0003445 \text{ [Pa}\cdot\text{s]}}$$

2^ο ΘΕΜΑ: α) $A = \rho_{\text{υγρ}} \cdot g \cdot V_{\text{υγρ}} \Rightarrow$ άρα άρα $\rho_{\text{H}_2\text{O}} > \rho_{\text{αέρι}} \Rightarrow \boxed{A_{\text{H}_2\text{O}} > A_{\text{αέρι}}}$

β) $A = \rho_{\text{υγρ}} \cdot g \cdot V_{\text{υγρ}} \Rightarrow$ άρα άρα $\rho_{\text{αέρι}} = \rho_{\text{αέρι}} \Rightarrow V_{\text{αέρι}} = V_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow \boxed{A_{\text{αέρι}} = A_{\text{H}_2\text{O}}}$

3^ο ΘΕΜΑ: $\Sigma B = \Sigma A \Rightarrow B_{\text{box}} + B_{\text{H}_2\text{O}} = A_{\text{H}_2\text{O}} + A_{\text{αέρι}} \Rightarrow$

$$B_{\text{box}} + \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g + \rho_{\text{αέρι}} \cdot V_{\text{αέρι}} \cdot g \Rightarrow$$

$$B_{\text{box}} + \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g + \rho_{\text{αέρι}} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot L_{\text{αέρι}} \cdot g \Rightarrow$$

$$B_{\text{box}} + 1000 \cdot \frac{\pi \cdot 0.25^2}{4} \cdot 0.6 \cdot 9.81 = 1000 \cdot \frac{\pi \cdot 0.25^2}{4} \cdot 0.9 \cdot 9.81 + 8340 \cdot \frac{\pi \cdot 0.25^2}{4} \cdot 0.1 \Rightarrow \dots$$

$$\boxed{B_{\text{box}} = 185.40 \text{ [N]}}$$

4^ο ΘΕΜΑ: $Re = \frac{\rho \cdot U \cdot D}{\mu} \Rightarrow U = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cdot D} = \frac{12000 \cdot 0.001003}{1000 \cdot 0.10} \Rightarrow \boxed{U = 0.12036 \text{ m/s}}$

5^ο ΘΕΜΑ: Bernoulli μεταξύ ① και ③:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \rho g z_1 = P_3 + \frac{1}{2} \rho U_3^2 + \rho g z_3 \Rightarrow U_3 = \sqrt{\frac{2g(z_1 - z_3)}{e}} = \sqrt{2g(z_1 - z_3)} \Rightarrow$$

$$P_1 = P_3 = P_{\text{ατμ}} \\ U_1 = 0$$

$$\boxed{U_3 = 8.17 \text{ m/s}}$$

6^ο ΘΕΜΑ: $Q = U \cdot A \Rightarrow U_3 = \frac{Q}{A} = \frac{1200}{1000 \cdot \frac{1}{60}} = U_3 = 1.7684 \text{ m/s}$

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot D}{\mu} = \frac{1200 \cdot 1.7684 \cdot 0.12}{0.008} = Re = 33953 \Rightarrow (\text{Moody}) = f = 0.025$$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.0001}{0.12} = \frac{\epsilon}{D} = 0.00083$$

$$\Delta p = f \frac{\rho}{D} \frac{U^2}{2} = 0.025 \cdot \frac{30}{0.12} \cdot \frac{1200 \cdot 1.7684^2}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta p = 12509 \text{ [Pa]}}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....
ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

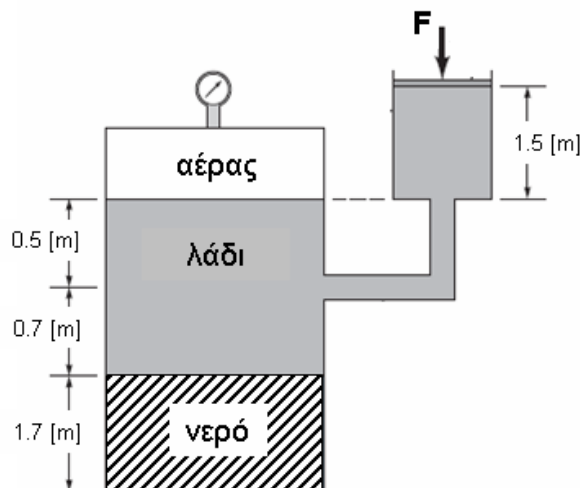
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 20 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2006

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Μπορείτε να λύσετε όλες τις ασκήσεις. Άριστα είναι το δέκα (10) και βάση το πέντε (5). Προσοχή: το άθροισμα όλων των μονάδων είναι 12.5.

1° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

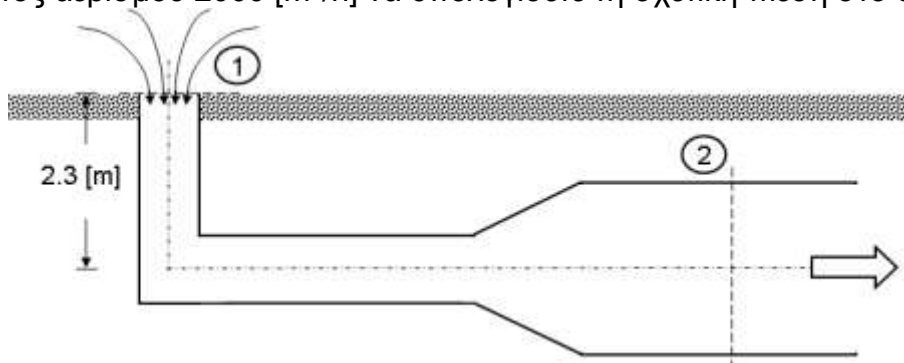
Το κλειστό δοχείο του σχήματος περιέχει αέρα σε απόλυτη πίεση 2 [bar], ένα στρώμα λαδιού πυκνότητας $820 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και ένα στρώμα νερού. Από το πλάι του δοχείου, στο ύψος του στρώματος του λαδιού, εκκινεί σωλήνας που καταλήγει σε κυλινδρικό έμβολο διαμέτρου 5 [cm]. Ο σωλήνας είναι γεμάτος με λάδι. Εάν το σύστημα ισορροπεί υπολογίστε:

- α) Τη δύναμη, F , που χρειάζεται να ασκήσει στο έμβολο ο χειριστής.
β) Την πίεση στον πυθμένα του δοχείου.



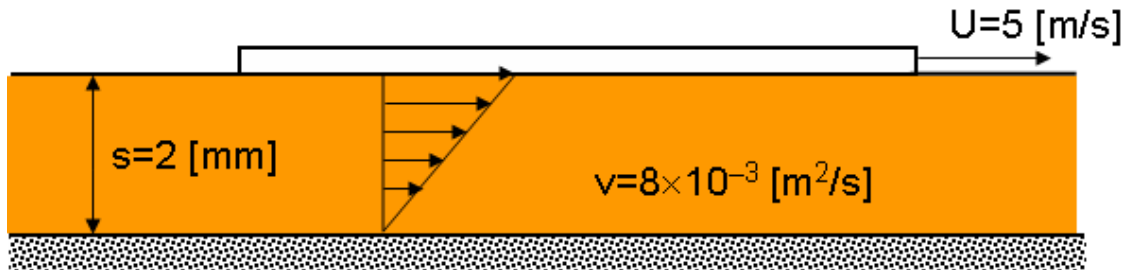
2° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο σχήμα φαίνεται τμήμα αεραγωγού από το σύστημα αερισμού του μετρό. Από τη σχάρα εισαγωγής (σημείο 1) αναρροφείται αέρας από τον εξωτερικό χώρο ο οποίος διοχετεύεται με σωλήνα $\Phi 20 \text{ [cm]}$ σε βάθος 2.3 [m]. Σε κάποιο σημείο ο αγωγός διευρύνεται σε διάμετρο $\Phi 75 \text{ [cm]}$ (σημείο 2). Η ροή μπορεί να υποθεθεί ότι είναι μόνιμη, ασυμπιέστη και χωρίς τριβές. Εάν η πυκνότητα του αέρα είναι $1.2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και η παροχή του συστήματος αερισμού $2000 \text{ [m}^3\text{/h]}$ να υπολογίσετε τη σχετική πίεση στο σημείο 2.



3° ΘΕΜΑ (1.5 μονάδες):

Πλάκα 20×30 [cm] ολισθαίνει με σταθερή ταχύτητα 5 [m/s] πάνω σε στρώμα λαδιού πάχους 2 [mm]. Το κινηματικό ιξώδες του λαδιού είναι 8×10^{-3} [m²/s], ενώ η πυκνότητά του είναι 830 [kg/m³]. Εάν η κατανομή της ταχύτητας του λαδιού (λόγω της κίνησης της πλάκας) είναι αυτή που δίνεται στο σχήμα, να υπολογίσετε τη δύναμη που προκαλεί την κίνηση της πλάκας.

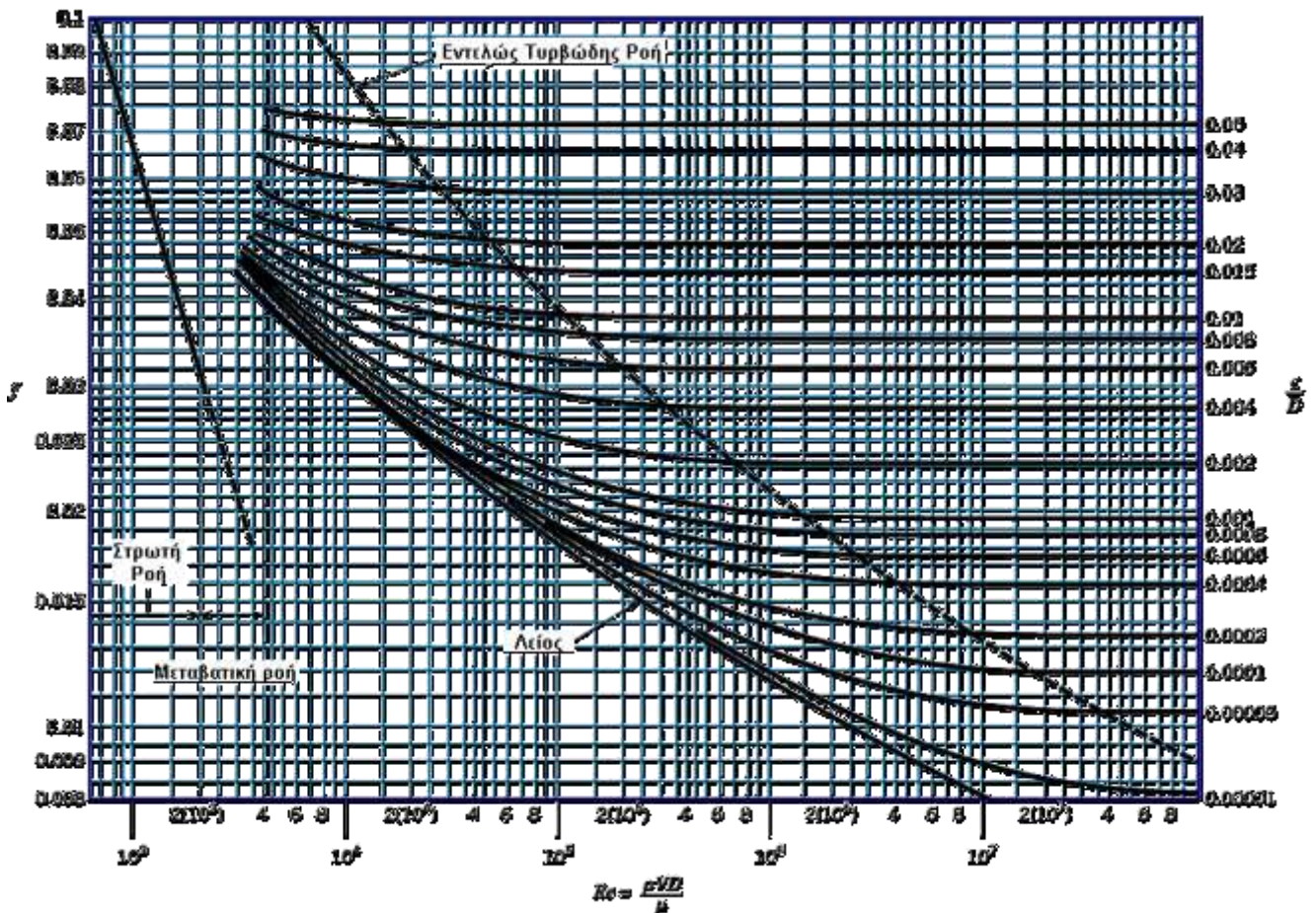


4° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Νερό (δυναμικό ιξώδες $= 0.001$ [Pa s]) ρέει σε λείο, ευθύγραμμο κυκλικό αγωγό διατομής $5''$ (ίντσες) με παροχή 10 [lit/min].

- (α) Υπολογίστε την πτώση πίεσης σε [Pa] που λαμβάνει χώρα σε μήκος 14 [m] αγωγού.
(β) Εάν πενταπλασιαστεί η παροχή, σε πόσο μήκος αγωγού λαμβάνει χώρα ίδια πτώση πίεσης με αυτή που υπολογίσατε στο ερώτημα (α);

Για διευκόλυνση σας παρέχεται παρακάτω το διάγραμμα Moody.



ΘΕΜΑ 1^ο

CONFERENCE HALLS

EXHIBITION SPACES

BANQUETING

MOVIE THEATRES

ART MUSEUM

RESTAURANTS

α) Στο οποίο και οργάνω να δώσω στον ισόγειο (6):

$$P_{\text{αέρα}} + P_{\text{αδ}} = 2 \text{ [bar]} + \rho_{\text{αδ}} \cdot \gamma \cdot 0.5 = 200000 + 820 \times 9.81 \times 0.5 = 204021.1 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1}$$

$$P_{\text{αγγβ}} + P_{\text{αδ}} + P_{\text{αγγ}} \frac{F_{\text{αγγβ}}}{A_{\text{αγγ}}} + \rho_{\text{αδ}} \cdot \gamma \cdot (1.5 + 0.5) + P_{\text{α}} =$$

$$= \frac{F_{\text{αγγβ}}}{\pi D^2} + 820 \times 9.81 \times 2.0 + 101325 = \frac{4 F_{\text{αγγβ}}}{\pi \times 0.05^2} + 820 \times 9.81 \times 2.0 + 101325 =$$

$$= 117413.4 + \frac{4 F_{\text{αγγβ}}}{7.854 \times 10^{-3}} \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} = \textcircled{2} \text{ λύνω: } 4 F_{\text{αγγβ}} = 7.854 \times 10^{-3} (204021.1 - 117413.4) \rightarrow$$

$$F_{\text{αγγβ}} = 170.06 \text{ [N]}$$

$$\beta) P_{\text{αγγβ}} = P_{\text{αέρα}} + P_{\text{αδ}} + P_{\text{αγγ}} = 200000 + \rho_{\text{αδ}} \cdot \gamma \cdot (0.5 + 0.5) + \rho_{\text{αγγ}} \cdot \gamma \cdot 1.5 =$$

$$= 200000 + 7653.04 + 16677 \Rightarrow$$

$$P_{\text{αγγβ}} = 226370.04 \text{ [Pa]} = 226.37 \text{ [kPa]}$$

ΘΕΜΑ 2^ο Bernoulli μεταξύ 1 και 2

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \rho g z_2$$

$$U_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{8000}{\pi D_1^2} = \frac{8000}{\pi 0.2^2} = 17.68 \text{ [m/s]}$$

$$U_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{8000}{\pi D_2^2} = \frac{8000}{\pi 0.75^2} = 1.26 \text{ [m/s]}$$

$$z_1 = 2.3$$

$$z_2 = 0 \text{ (επίπεδο αναφοράς)}$$

$$P_1 = P_2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho (U_1^2 - U_2^2) + \rho g (z_1 - z_2) = \frac{1}{2} \times 1.2 (17.68^2 - 1.26^2) + 1.2 \times 9.81 \times 2.3 =$$

$$P_2 - P_1 = P_{\text{αγγβ}} = 213.67 \text{ [Pa]}$$



ATHINAIS

34-36, Kastorias str., Athens, Greece

Head Office: 56, Panepistimiou str., 106 78 Athens, Greece • Tel.: (010)3480000, Fax: (010)3480007

www.Athinais.com.gr

3^o Sem

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{dU}{dy}$$



$$F = A \cdot \mu \cdot \frac{dU}{dy} = A \cdot U \cdot e \cdot \frac{dU}{dy} = (0.10 \times 0.3) \times (8 \times 10^{-3}) \times (0.50) \times \frac{5}{0.002} = 7$$

F = 996 [N]

4^o Sem

a) $\Delta p = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{1}{2} \rho U^2$

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 10}{\pi \times (5 \times 10^{-2})^2} = 0.013157 \text{ [m/s]}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot D}{\mu} = \frac{1000 \times 0.013157 \times (5 \times 10^{-2})}{0.001} = 1671 \rightarrow \text{regime laminar} \Rightarrow f = \frac{64}{Re} = 0.0383$$

$$\Delta p = \frac{64}{Re} \times \frac{L}{D} \times 0.5 \times 1000 \times 0.013157^2 = 0.3654 \text{ [Pa]}$$

b) $U = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 50}{\pi \times 0.127^2} = 0.065784 \text{ [m/s]}$

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot D}{\mu} = \frac{1000 \times 0.065784 \times 0.127}{0.001} = 8355 \rightarrow \text{regime turbulento}$$

$$f \text{ (Moody)} = 0.032$$

$$\Delta p = 0.3654 \times 0.032 \times \frac{L}{D} \times 0.5 \times 1000 \times 0.065784^2$$

L = 0.67 [m]



ATHINAI 8

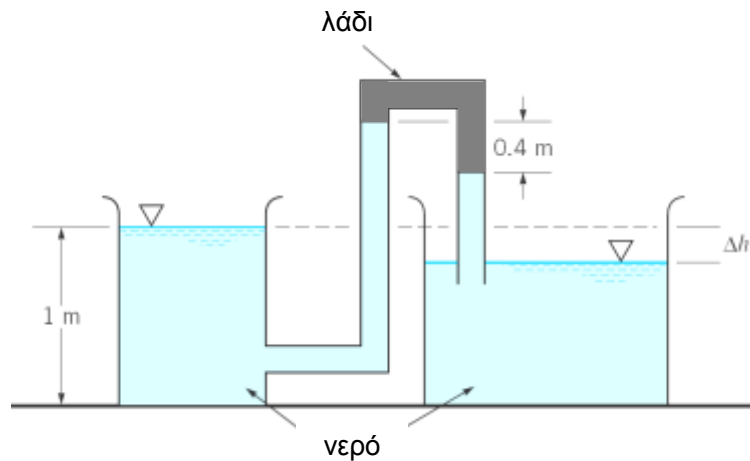
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....
ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 17 ΜΑΡΤΙΟΥ 2007

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Μπορείτε να λύσετε όλες τις ασκήσεις. Άριστα είναι το δέκα (10) και βάση το πέντε (5). Προσοχή: το άθροισμα όλων των μονάδων είναι 12.5.

1° ΘΕΜΑ (2.0 μονάδες):

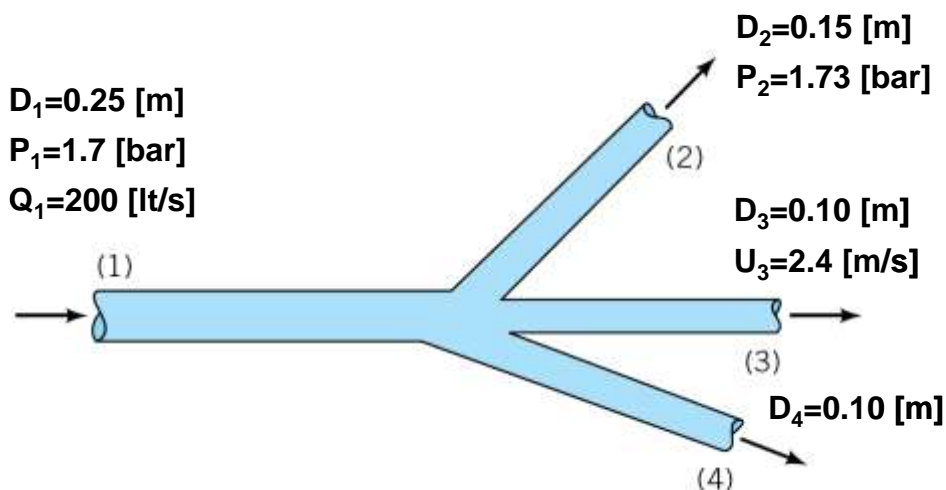
Δύο δεξαμενές διαφορετικής στάθμης συνδέονται μέσω σωλήνα, ο οποίος περιέχει νερό και λάδι όπως φαίνεται στο σχήμα. Βρείτε τη διαφορά στάθμης των δεξαμενών Δh , εάν το νερό έχει πυκνότητα $1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και το λάδι ειδικό βάρος $8350 \text{ [N/m}^3\text{]}$.



2° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

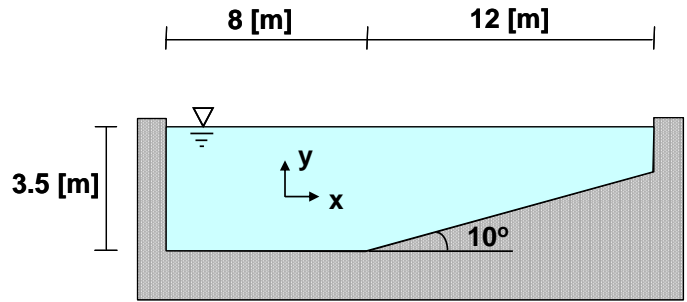
Στο σχήμα παριστάνεται οριζόντιο δίκτυο αγωγών, όπου νερό εισέρχεται στην διακλάδωση από τον κλάδο (1) και μοιράζεται στους κλάδους (2), (3) και (4). Στα σχήμα δίνονται οι γνωστές παράμετροι σε κάθε κλάδο. Αγνοώντας τις τριβές, βρείτε:

- (α) Την ταχύτητα σε [m/s] και παροχή σε [lt/s] στον κλάδο (2). (1.0 μονάδα)
(β) Την πίεση σε [Pa] και την παροχή σε [lt/s] στον κλάδο (3). (1.0 μονάδα)
(γ) Την ταχύτητα σε [m/s] , την παροχή σε [lt/s] και την πίεση σε [Pa] στον κλάδο (4). (2.0 μονάδες)



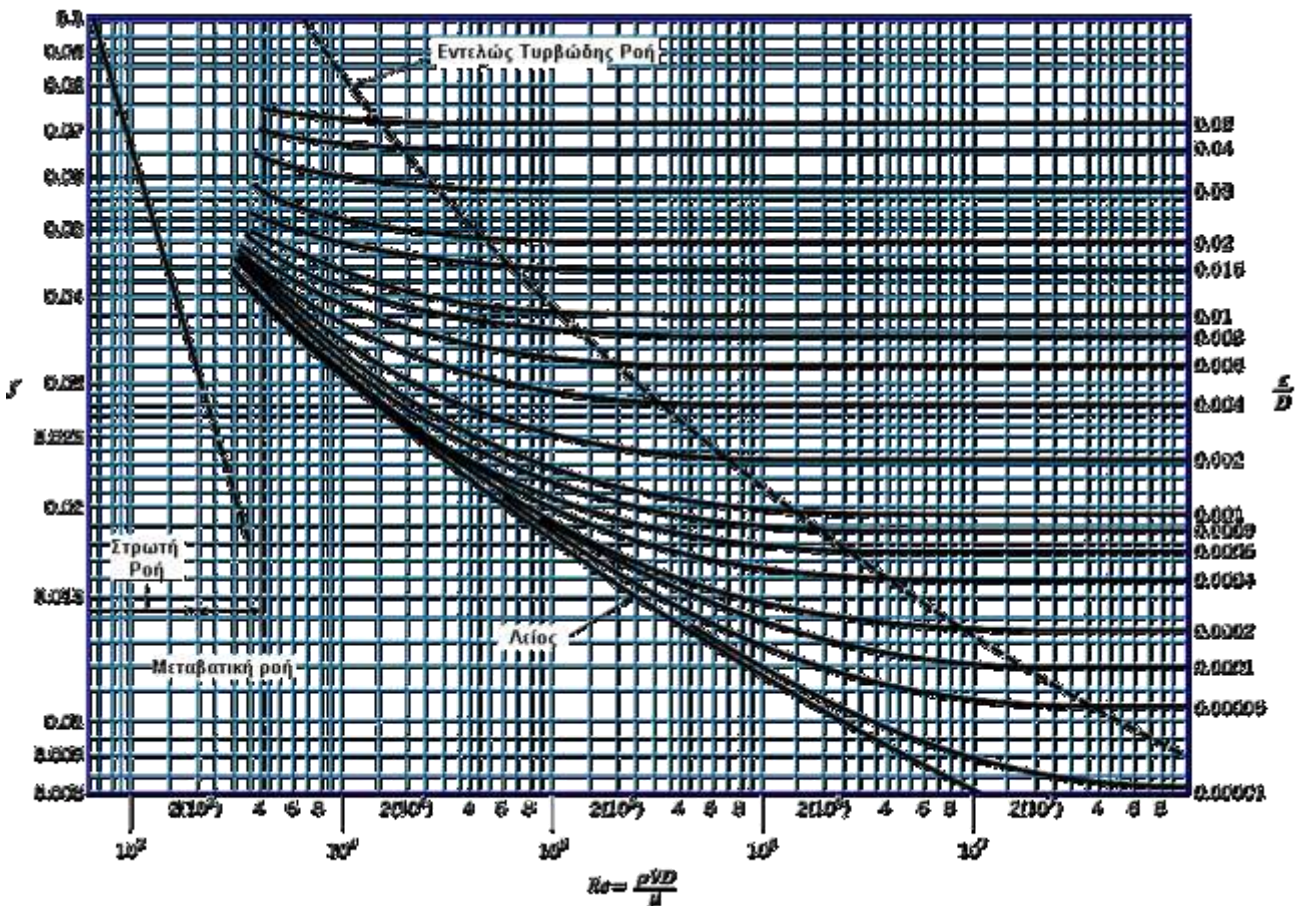
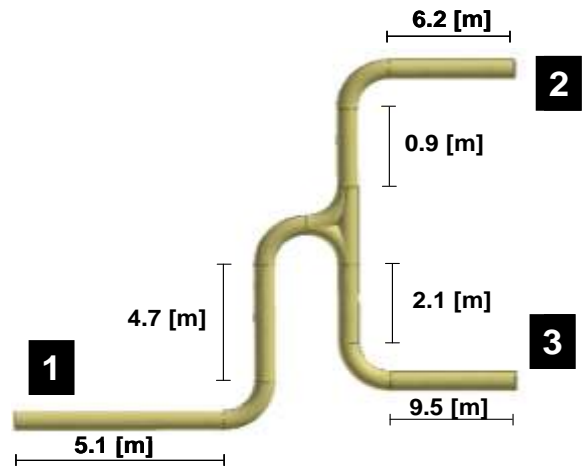
3° ΘΕΜΑ (2.5 μονάδες):

Ιδιοκτήτης ξενοδοχείου σκοπεύει να κατασκευάσει πισίνα στην ταράτσα του κτιρίου, μήκους 20 [m], πλάτους 7.5 [m] (κάθετα στο επίπεδο xy) και μεταβλητού βάθους με μέγιστη τιμή τα 3.5 [m], όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Υπολογίστε τις συνολικές υδροστατικές δυνάμεις σε [kN] κατά x και y που ασκούνται στο σκυρόδεμα της ταράτσας από το νερό της πισίνας, χωρίς να υπολογίσετε το σημείο εφαρμογής τους.

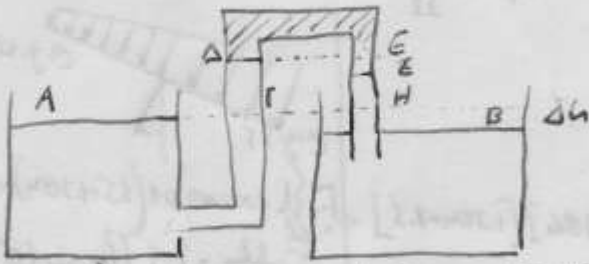


4° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Στο δίκτυο νερού του διπλανού σχήματος ο κλάδος (1) έχει παροχή 2.3 [lt/s] και διάμετρο 2". Ο κλάδος (1) τερματίζει στη διακλάδωση, όπου χωρίζεται στα δύο: στον κλάδο (2) με διάμετρο 1.5" και στον κλάδο (3) με διάμετρο 1" και τραχύτητα 0.0127 [mm]. Εάν η ταχύτητα στον κλάδο (2) ισούται με το 70% της ταχύτητας στον κλάδο (3), υπολογίστε τις συνολικές απώλειες τριβών στο δίκτυο σε [mmH₂O]. Δίνεται παρακάτω το διάγραμμα Moody για τον υπολογισμό του συντ/στή τριβής, το δυναμικό ιξώδες του νερού είναι 0.001 [kg/m-s] και οι συντ/στές τοπικών απωλειών για γωνία 90° και διακλάδωση 180° είναι 0.18 και 0.67, αντίστοιχα.



ΆΣΚΗΣΗ 1



Ξεκινάμε από το A ως το B, και απαράτητα από εκείνες τις θέσεις προς τα πάνω, και προσθέτουμε προς τα κάτω. Ορισμένες παρατηρήσεις: η απόσταση από το A ως το B είναι 2.4m.

$$\begin{aligned}
 & P_A \\
 & + 0 \quad (A \rightarrow \Gamma) \text{ ρα} \\
 & - \rho_1 \cdot g \cdot h_{\Gamma A} \\
 & + 0 \quad (\Delta \rightarrow E) \text{ ρ2} \\
 & + \rho_2 \cdot g \cdot h_{E \Delta} \\
 & + \rho_1 \cdot g \cdot h_{\Delta H} \\
 & + \rho_1 \cdot g \cdot h_{HB} \\
 & = P_B
 \end{aligned}$$

Ορισμός: $P_A = P_B$ (καταστάση ηρεμίας)
 $h_{HB} = \Delta h$, $h_{E\Delta} = 0.4$, $h_{\Gamma A} = h_{\Delta H} + 0.4$

$$0 = \rho_1 \cdot g \cdot h_{\Gamma A} + \rho_2 \cdot g \cdot 2.4 + \rho_1 \cdot g \cdot (h_{\Gamma A} - 0.4) + \rho_1 \cdot g \cdot \Delta h = 0 \Rightarrow$$

$$-\rho_1 \cdot g \cdot h_{\Gamma A} + \rho_1 \cdot g \cdot 0.4 + \rho_1 \cdot g \cdot h_{\Gamma A} - \rho_1 \cdot g \cdot 0.4 + \rho_1 \cdot g \cdot \Delta h = 0 \Rightarrow$$

$$\Delta h = \frac{2.4 \cdot g \cdot (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1 \cdot g} = \frac{2.4 \cdot (1000 - \frac{8150}{9.81})}{1000} = \boxed{5.95 \text{ [cm]}}$$

ΆΣΚΗΣΗ 2 Εφαρμογή Bernoulli στα σημεία 1+2, 1+3, 1+4. Το 2m ή 3m συνδέονται από αγωγάκια, συνολικά 2m.

1 → 2 (Bernoulli): $P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 \Rightarrow U_2 = \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2) + \frac{1}{2} \rho U_1^2}$

$$= \sqrt{\frac{2}{1000} [170000 - 173000] + \frac{1}{2} 1000 \times 4.0744^2} \Rightarrow \boxed{U_2 = 3.2559 \text{ [m/s]}}$$

$U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_1}{\frac{\pi D_1^2}{4}} = \frac{4Q_1}{\pi D_1^2} = \frac{4 \times \frac{200}{1000}}{\pi \times 0.25^2} = 4.0744 \text{ [m/s]}$

$Q_2 = U_2 A_2 = U_2 \frac{\pi D_2^2}{4} = 3.2559 \times \frac{\pi \times 0.15^2}{4} = \boxed{Q_2 = 57.54 \text{ [l/s]}}$

1 → 3 (Bernoulli): $P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 = P_3 + \frac{1}{2} \rho U_3^2$

$Q_3 = U_3 A_3 = U_3 \frac{\pi D_3^2}{4} = 2.4 = \frac{\pi \times 0.15^2}{4} U_3 \Rightarrow \boxed{Q_3 = 18.85 \text{ [l/s]}}$

$P_3 = P_2 + \frac{1}{2} \rho (U_1^2 - U_2^2) = 170000 + \frac{1}{2} 1000 (4.0744^2 - 3.2559^2) = \boxed{P_3 = 175420 \text{ [Pa]} = 1.754 \text{ [bar]}}$

Συνολικά: $Q_4 = Q_1 - Q_2 - Q_3 = 200 - 57.54 - 18.85 = \boxed{Q_4 = 123.61 \text{ [l/s]}}$

$U_4 = \frac{4Q_4}{\pi D_4^2} = \frac{4 \times 0.12361}{\pi \times 0.10^2} \Rightarrow \boxed{U_4 = 15.7305 \text{ [m/s]}}$

Bernoulli 1 → 4:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 = P_4 + \frac{1}{2} \rho U_4^2 \Rightarrow P_4 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (U_1^2 - U_4^2) = 170000 + \frac{1}{2} 1000 (4.0744^2 - 15.7305^2)$$

$$\boxed{P_4 = 54427 \text{ [Pa]}}$$

ΑΣΚΗΣΗ 3 Για την περίπτωση αυτή να βρεθεί τα σημεία μέγιστης πίεσης.

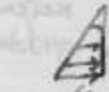
$$\tan 10^\circ = \frac{h}{12} \Rightarrow h = 2.116 \text{ [cm]}$$

Διάγραμμα κατά x:



e.g. 3.5

$$F_x = \frac{1}{2} [1000 \times 9.81 \times 3.5] \times [3.5 \times 7.5] = -450.647 \text{ [kN]}$$



e.g. (3.5 - 2.116) / 1.184

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot [1000 \times 9.81 \times 1.184] \times [1.184 \times 7.5] = 70.465 \text{ [kN]}$$



$$F_x = \frac{1}{2} [1000 \times 9.81 (3.5 + 1.184)] \times \left[\frac{12}{\cos 10^\circ} \times 7.5 \right] \sin 10^\circ = 380.168 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma F_x = -450.647 + 70.465 + 380.168 = -0.014 \text{ [kN]} = \boxed{0}$$

Διάγραμμα κατά y:



$$F_y = [1000 \times 9.81 \times 3.5] \times [7.5] = -2060.103 \text{ [kN]}$$

ήδη από την προηγούμενη:

$$F_y = -\left[\frac{1}{2} \times 1000 \times 9.81 (3.5 + 1.184) \right] \left[\frac{12}{\cos 10^\circ} \times 7.5 \right] \cos 10^\circ = -2156.042 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma F_y = -2060.100 - 2156.042 = \boxed{-4216.142 \text{ [kN]}}$$

ΑΣΚΗΣΗ 4 να βρεθεί η ταχύτητα και η πίεση στο κέντρο του σωλήνα.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow U_1 = \frac{4 \times \frac{0.2}{1000}}{\pi \times 0.0508^2} = 1.1345 \text{ [m/s]}$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow 0.2 = U_1 A_1 = U_2 A_2 \Rightarrow 0.2 = U_2 \frac{\pi D_2^2}{4} \Rightarrow U_2 = \frac{0.2 \times 4}{\pi \times 0.0254^2} = 1.7628 \text{ [m/s]}$$

$$R_{c1} = \frac{1000 \times 1.1345 \times 0.0508}{0.001} = 57648, R_{c2} = \frac{1000 \times 1.7628 \times 0.0254}{0.001} = 47012, R_{c3} = \frac{1000 \times 1.7628 \times 0.0254}{0.001} = 47012$$

$$f_L = 0.0205$$

$$f_L = 0.0215$$

$$f_1 = 0.0240$$

$$h = \left[f_L \frac{L}{R} \frac{U^2}{2g} + f_1 \frac{L}{R} \frac{U^2}{2g} + f_2 \frac{L}{R} \frac{U^2}{2g} \right] + \left[2 \times K_{c1} \frac{U_1^2}{2g} + K_{c2} \frac{U_2^2}{2g} + K_{c3} \frac{U_2^2}{2g} + K_{c4} \frac{U_1^2}{2g} \right] = \text{[m]} =$$

$$= 0.0205 \frac{9.8}{0.0508} \frac{1.1345^2}{2 \times 9.81} + 0.0215 \frac{7.1}{0.0381} \frac{1.2339^2}{2 \times 9.81} + 0.0240 \frac{11.6}{0.0254} \frac{1.7628^2}{2 \times 9.81} + 2 \times 0.18 \frac{1.1345^2}{2 \times 9.81} + 0.18 \frac{1.2339^2}{2 \times 9.81} + 0.18 \frac{1.7628^2}{2 \times 9.81} + 0.67 \frac{1.1345^2}{2 \times 9.81} =$$

$$= (0.200 + 0.311 + 1.736) + (0.024 + 0.014 + 0.029 + 0.044) = 2.358 \text{ [m]} = \boxed{2.358 \text{ [m]}}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....
ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 1 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2007

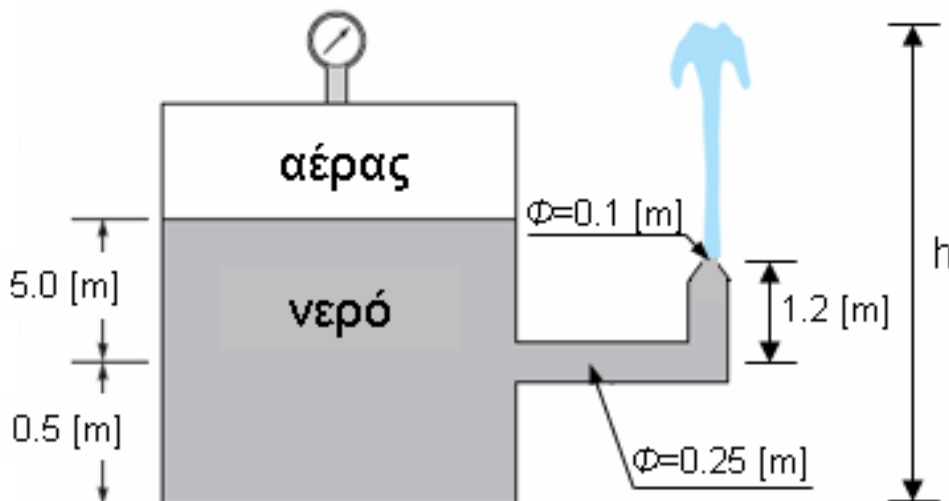
- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.

1^ο ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Στην αρχαία Ολυμπία, για την πυροπροστασία των εξωτερικών χώρων, έχει τοποθετηθεί πυροσβεστικό σύστημα νερού, που αποτελείται από αριθμό δεξαμενών. Κάθε δεξαμενή έχει στο πάνω μέρος της αέρα σε πίεση 2 [bar], μεγάλη ποσότητα νερού, ενώ στο κάτω μέρος της και σε ύψος 0.5 [m] από το έδαφος είναι συνδεδεμένος οριζόντιος σωλήνας διαμέτρου 0.25 [m] από τον οποίο το νερό καταλήγει σε κατακόρυφο ακροφύσιο διαμέτρου 0.1 [m]. Σε περίπτωση ενεργοποίησης του συστήματος, το νερό ψεκάζεται από το ακροφύσιο και δημιουργεί πίδακα που φτάνει σε ύψος h από το έδαφος, διασκορπίζοντας το νερό στη γύρω περιοχή.

Για μόνιμη ροή χωρίς τριβές, υπολογίστε:

- Την ταχύτητα εξόδου του νερού από το ακροφύσιο (1 μονάδα).
- Το ύψος του πίδακα, h (1 μονάδα).
- Την ταχύτητα του νερού στον οριζόντιο σωλήνα (1 μονάδα).
- Την πίεση του νερού στον οριζόντιο σωλήνα (1 μονάδα).



2^ο ΘΕΜΑ (2.0 μονάδες):

Ένα μεταλλικό κυλινδρικό δοχείο μήκους 2.0 και διαμέτρου 40 [cm] έχει μάζα 35 [kg]. Εάν το δοχείο εισχωρεί σε θαλασσινό νερό πυκνότητας 1025 [kg/m³] μόνο κατά τη διεύθυνση του μήκους του (όρθιο), υπολογίστε το βύθισμά του:

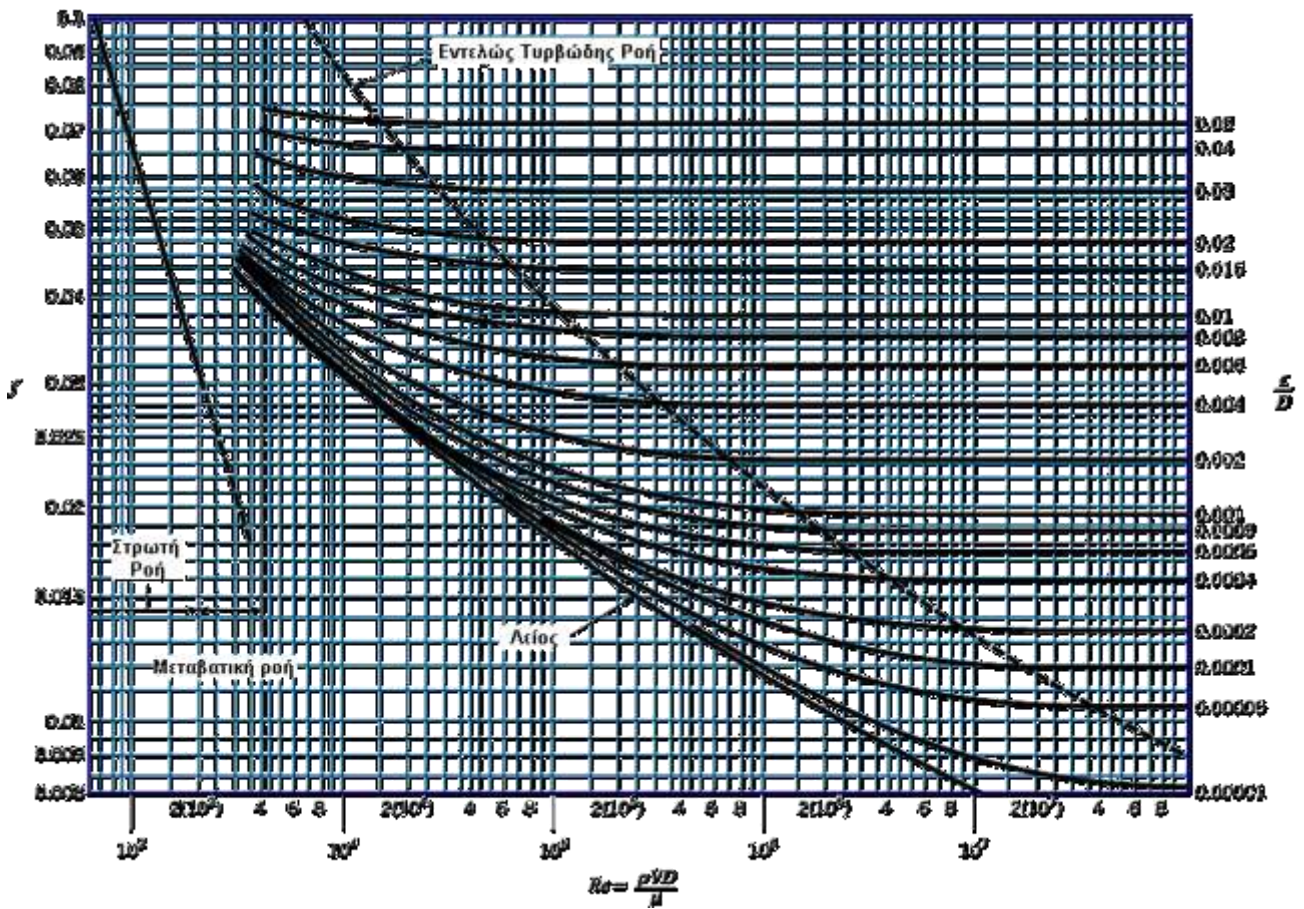
- Εάν είναι άδειο (1 μονάδα).
- Εάν είναι γεμάτο κατά το ήμισυ με λάδι πυκνότητας 900 [kg/m³] (1 μονάδα).

3° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Το ποτιστικό δίκτυο σε ένα πάρκο έχει σχετική πίεση 2 [bar]. Στο δίκτυο είναι συνδεδεμένος οριζόντιος, λείος, ποτιστικός σωλήνας διαμέτρου 3 [cm] και μήκους 220 [m], ο οποίος χρησιμοποιείται για το πότισμα μίας συγκεκριμένης περιοχής του πάρκου. Δίνεται ότι το κινηματικό ιξώδες του νερού, ν , είναι 10^{-6} [m²/s]. Να υπολογίσετε:

- Την παροχή του σωλήνα σε [lt/s] εάν αγνοηθούν οι τοπικές απώλειες στη σύνδεσή του με το δίκτυο (βάνα) (2.5 μονάδες).
- Ομοίως με το (α), εάν όμως η περιοχή που ποτίζεται βρίσκεται 4.8 [m] υψηλότερα από το επίπεδο της βάνας σύνδεσης του σωλήνα με το δίκτυο (1.5 μονάδες).

Σημείωση: Χρησιμοποιείστε μία αρχική εκτίμηση για το συντελεστή τριβής f για να κάνετε τους απαραίτητους υπολογισμούς, την οποία μετά θα διορθώσετε.



ΘΕΜΑ 1

α) Bernoulli 1 → 2

- 1: διατηρητικό αέρα νεράι
- 2: αεροπίστο
- 3: κορυφή νηλίκου

$$\begin{cases} Z=0 \text{ στο έδαφος} \\ \rho = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ P_{atm} = 101325 \text{ [Pa]} \end{cases}$$

$$P_1 = 2 \text{ [bar]} = 200000 \text{ [Pa]}$$

$$U_1 = \emptyset$$

$$Z_1 = 5.5 \text{ [m]}$$

$$P_2 = 1 \text{ [atm]} = 101325 \text{ [Pa]}$$

$$U_2 = ?$$

$$Z_2 = 0.5 + 1.2 = 1.7 \text{ [m]}$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma Z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma Z_2 \Rightarrow 200000 + \emptyset + 9810 \times 5.5 = 101325 + \frac{1}{2} \times 1000 \times U_2^2 + 9810 \times 1.7$$

$$U_2 = 16.49 \text{ [m/s]}$$

β) Bernoulli 2 → 3

$$P_3 = 1 \text{ [atm]} = 101325 \text{ [Pa]}$$

$$U_3 = \emptyset$$

$$Z_3 = h$$

$$P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma Z_2 = P_3 + \frac{1}{2} \rho U_3^2 + \gamma Z_3 \Rightarrow 101325 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 16.49^2 + 9810 \times 1.7 = 101325 + \emptyset + 9810 \times h$$

$$h = 15.56 \text{ [m]}$$

$$\gamma) Q = U_2 A_2 = U_6 A_6 \Rightarrow 16.49 \times \frac{\pi}{4} \times 0.1^2 = U_6 \times \frac{\pi}{4} \times 0.25^2 \Rightarrow U_6 = 2.64 \text{ [m/s]}$$

δ) Bernoulli 1 → 6

$$P_6 = ?$$

$$U_6 = 2.64 \text{ [m/s]}$$

$$Z_6 = 0.5 \text{ [m]}$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma Z_1 = P_6 + \frac{1}{2} \rho U_6^2 + \gamma Z_6 \Rightarrow 200000 + \emptyset + 9810 \times 5.5 = P_6 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 2.64^2 + 9810 \times 0.5$$

$$P_6 = 245565.2 \text{ [Pa]}$$

ΘΕΜΑ 2

α) $B=A \Rightarrow u_1 S \cdot g = V_1 \cdot \rho_1 \cdot g \Rightarrow 35 \times 9.81 \cdot (L \times \frac{\pi}{4} \times 0.4^2) \times 1025 \times 9.81 \Rightarrow$

$$L = 0.27 \text{ m}$$

β) $B=A \Rightarrow u_1 S \cdot g + V_1 \cdot \rho_1 \cdot g = V_2 \cdot \rho_2 \cdot g \Rightarrow$

$$35 \times 9.81 + (1 \times \frac{\pi}{4} \times 0.4^2) \times 900 \times 9.81 = (L \times \frac{\pi}{4} \times 0.4^2) \times 1025 \times 9.81 \Rightarrow$$

$$343.35 + 1109.48 = 1263.58 L \Rightarrow L = 1.15 \text{ m}$$

QEMA 3

a) Bernoulli: $p_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma z_2 + \Delta p_f$

$$p_1 = 2 \text{ [bar]} + p_{atm}$$

$$p_2 = p_{atm}$$

$$U_1 = U_2$$

$$z_1 = z_2$$

$$\Delta p_f = p_1 - p_2 = 2 \text{ [bar]} \\ = 200000 \text{ [Pa]} \\ = 20.39 \text{ [m H}_2\text{O]}$$

$$\Delta p_f = 20.39 = f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} = f \frac{220}{0.03} \frac{U^2}{2 \cdot 9.81} = 373.77 f U^2$$

i) $f = 0.03 \rightarrow U = 1.35 \text{ m/s} \rightarrow Re = 40500 \rightarrow f = 0.022$

ii) $f = 0.02 \rightarrow U = 1.57 \text{ m/s} \rightarrow Re = 47100 \rightarrow f = 0.021$

iii) $f = 0.021 \rightarrow U = 1.61 \text{ m/s} \rightarrow Re = 48300 \rightarrow f = 0.021$

Apa $U = 1.61 \text{ m/s} \rightarrow Q = U \cdot A = 1.61 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0.03^2 = 1.138 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = \underline{\underline{1.14 \text{ lt/s}}}$

f) Bernoulli: $p_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma z_2 + \Delta p_f$

$$p_1 = 2 \text{ [bar]} + p_{atm}$$

$$p_2 = p_{atm}$$

$$U_1 = U_2$$

$$z_1 = z_2 - 4.8$$

$$\Delta p_f = (p_1 - p_2) + \gamma \cdot (z_1 - z_2) \\ = 200000 - 9810 \cdot 4.8 = \\ = 152912 \text{ [Pa]} = \\ = 15.59 \text{ [m H}_2\text{O]}$$

$$\Delta p_f = 15.59 = f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} = f \frac{220}{0.03} \frac{U^2}{2 \cdot 9.81} = 373.77 f U^2$$

i) $f = 0.021 \rightarrow U = 1.41 \text{ m/s} \rightarrow Re = 42300 \rightarrow f = 0.0215$

ii) $f = 0.0215 \rightarrow U = 1.39 \text{ m/s} \rightarrow Re = 41700 \rightarrow f = 0.0215$

$U = 1.39 \text{ m/s} \rightarrow Q = U \cdot A = 1.39 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0.03^2 = 9.825 \times 10^{-4} \text{ [m}^3/\text{s]} \\ = \underline{\underline{0.983 \text{ [lt/s]}}}$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....
ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 23 ΙΟΥΝΙΟΥ 2007

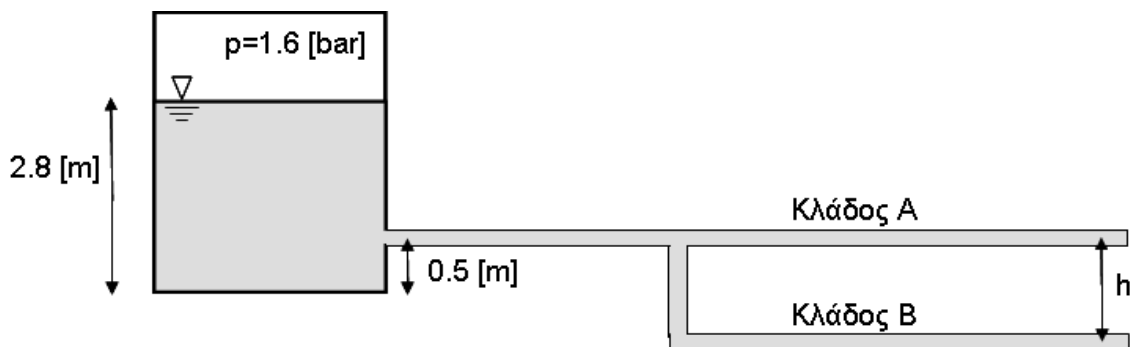
- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Μπορείτε να λύσετε όλες τις ασκήσεις. Άριστα είναι το δέκα (10) και βάση το πέντε (5). Προσοχή: το άθροισμα όλων των μονάδων είναι 12.5.

1° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Το αεροστεγές χρηματοκιβώτιο του κρουαζιερόπλοιου, που βυθίστηκε πρόσφατα στα ανοικτά της Σαντορίνης, διαστάσεων 60x70x120 [cm] και βάρους 5800 [N] αποφασίζεται να ανελκυστεί από το ναυάγιο, που βρίσκεται σε βάθος 140 [m], με τη βοήθεια ειδικού μπαλονιού γεμάτου με ατμοσφαιρικό αέρα. Ο μηχανισμός πρόσδεσης καθώς και το ίδιο το μπαλόνι έχουν συνολικό βάρος 560 [N]. Εάν ο όγκος σφαίρας ισούται με: $V_{\text{σφαίρας}} = (4/3)\pi R^3$ [m³], όπου R=ακτίνα της σφαίρας, υπολογίστε την ελάχιστη ακτίνα του μπαλονιού που απαιτείται για την ανέλκυση. Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι 1025 [kg/m³] και ο αέρας στο μπαλόνι έχει αμελητέο βάρος.

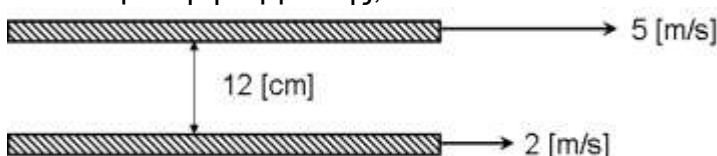
2° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Κλειστή δεξαμενή με νερό τροφοδοτεί δύο οριζόντιους κλάδους σωληνώσεων με τους οποίους το νερό οδηγείται σε δύο συντριβάνια σε πάρκο της πόλης. Η δεξαμενή περιέχει αέρα σε απόλυτη πίεση 1.6 [bar], ενώ οι κλάδοι A και B έχουν διάμετρο 10 και 7.5 [cm] αντίστοιχα. Εάν η ογκομετρική παροχή στον κλάδο A ισούται με αυτήν του κλάδου B, υπολογίστε την τιμή του ύψους h σε [m] και τη συνολική ογκομετρική παροχή της δεξαμενής σε [lt/min]. Οι απώλειες τριβής θεωρούνται αμελητέες.



3° ΘΕΜΑ (2.5 μονάδες):

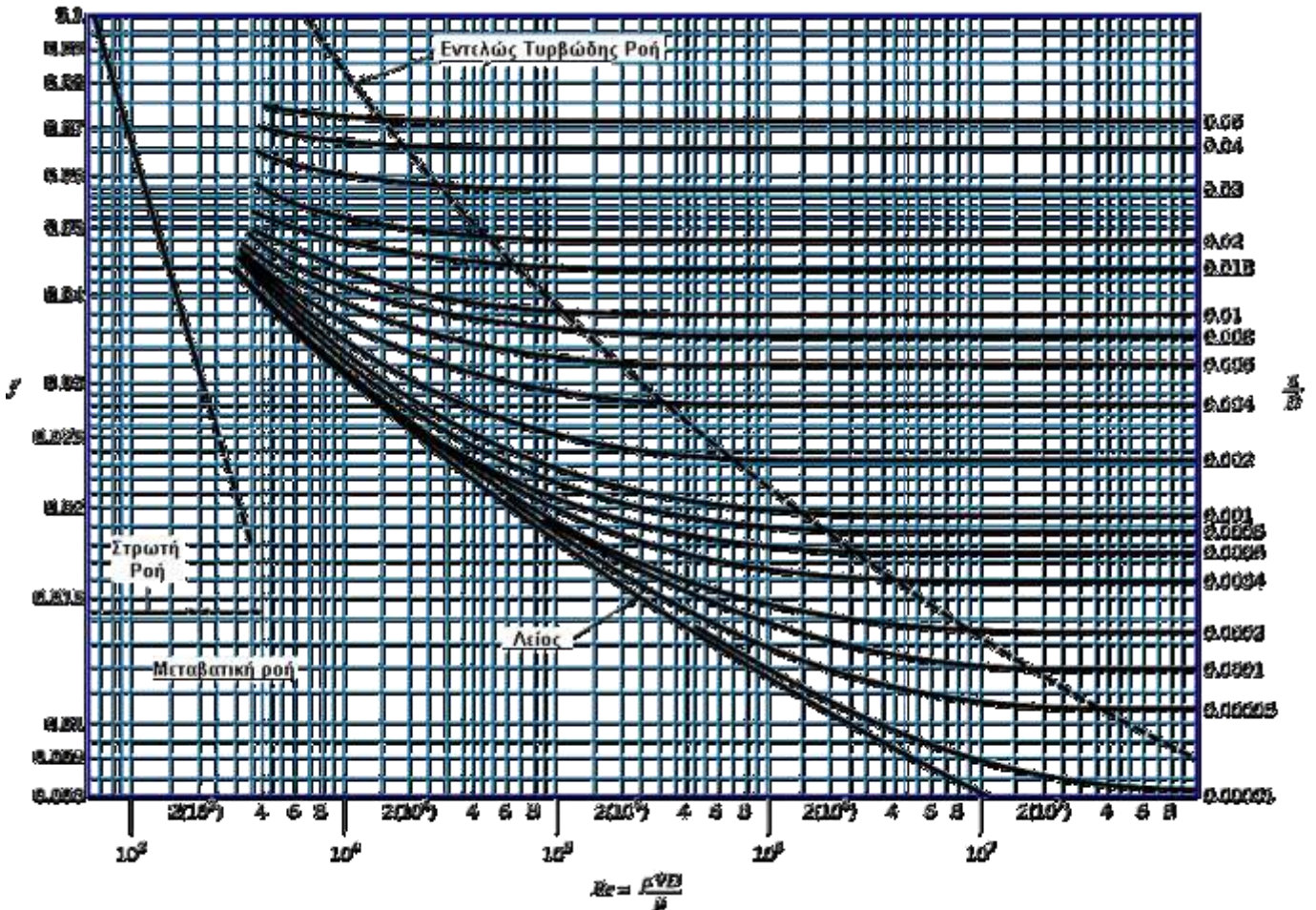
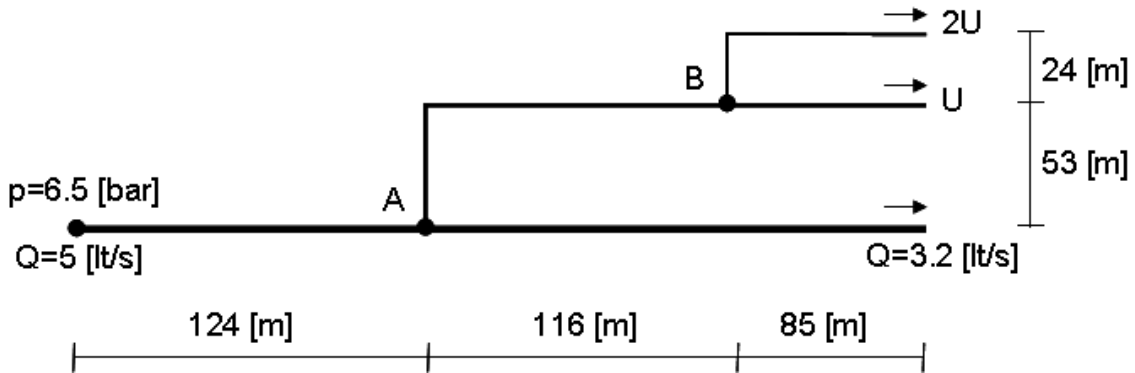
Δύο παράλληλες πλάκες βρίσκονται σε απόσταση 12 [cm] και κινούνται με ταχύτητα 2 και 5 [m/s], ενώ μεταξύ τους υπάρχει λάδι πυκνότητας 580 [Kg/m³] και θερμοκρασίας 26.7 [°C]. Το δυναμικό ιξώδες του λαδιού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με τον πίνακα. Να υπολογιστεί η διατμητική τάση σε [Pa] που ασκείται στο λάδι. Η ροή του λαδιού είναι στρωτή ή τυρβώδης;



Θερμοκρασία [°C]	Ιξώδες [kg/(ms)]
20	0.00095
30	0.00076

4° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Στο δίκτυο νερού του σχήματος υπάρχει μία δεξαμενή σε πίεση 6.5 [bar] που τροφοδοτεί κεντρικό αγωγό διαμέτρου 2" με παροχή 5 [lt/s]. Από τον κεντρικό αγωγό στον κόμβο A ξεκινάει νέος αγωγός διαμέτρου 1" ο οποίος με τη σειρά του διακλαδίζεται στον κόμβο B σε μικρότερο αγωγό διαμέτρου 1/2". Η παροχή στην έξοδο του κεντρικού αγωγού είναι 3.2 [lt/s], ενώ η ταχύτητα στον μικρό αγωγό είναι διπλάσια της ταχύτητας στο μεσαίο αγωγό. Η τραχύτητα σε όλους τους αγωγούς είναι 0.05 [mm]. Υπολογίστε τις συνολικές τριβές στο δίκτυο σε [mH₂O], καθώς και τη στατική πίεση σε [Pa] στους κόμβους A και B. Το κινηματικό ιξώδες του νερού είναι 10⁻⁶ [m²/s], ενώ οι τοπικές απώλειες θεωρούνται αμελητέες.



Soal 1

$$B_{\text{air}} = A_{\text{man}} \Rightarrow B_{\text{up}} + B_{\text{pin}} + B_{\text{air}}^{\text{so}} = A_{\text{up}} + A_{\text{pin}} \Rightarrow 5800 + 560 = \rho_{\text{air}} (V_{\text{up}} + V_{\text{pin}}) \Rightarrow$$

$$6360 = 1025 \times 9.81 \left(0.6 \times 0.7 \times 1.2 + \frac{4}{7} \pi R^2 \right) \Rightarrow 0.6325 = 0.5040 + \frac{4}{7} \pi R^2 \Rightarrow$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{0.1285 \times 7}{4\pi}} = \sqrt[3]{0.030677} \Rightarrow \boxed{R = 0.3130 \text{ m}}$$

Soal 2

Bernoulli OA: $p_0 + \frac{1}{2} \rho U_0^2 + \rho z_0 = p_A + \frac{1}{2} \rho U_A^2 + \rho z_A \Rightarrow$
(datum = A) $160000 + 0 + 9810(2.8 - 0.5) = 101325 + \frac{1}{2} \rho U_A^2 + 0 \Rightarrow U_A = 12.75 \text{ m/s}$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow U_A A_A = U_B A_B \Rightarrow 12.75 \frac{\pi \times 0.10^2}{4} = U_B \frac{\pi \times 0.075^2}{4} \Rightarrow U_B = 22.67 \text{ m/s}$$

Bernoulli OB: $p_0 + \frac{1}{2} \rho U_0^2 + \rho z_0 = p_B + \frac{1}{2} \rho U_B^2 + \rho z_B \Rightarrow$

(datum = B) $160000 + 0 + 9810(2.8 - 0.5 + h) = 101325 + \frac{1}{2} \rho U_B^2 + 0 \Rightarrow$

$$\boxed{h = 17.91 \text{ m}}$$

$$Q = Q_A + Q_B = 2Q_A = 2U_A A_A = 2 \times 12.75 \times \frac{\pi \times 0.10^2}{4} \Rightarrow Q = 0.2003 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \times 1000 \times 60$$
$$\boxed{Q = 12017 \text{ l/min}}$$

Soal 3

$$\mu(26.7) = \mu(20) + \left[\mu(30) - \mu(20) \right] \frac{26.7 - 20}{30 - 20} =$$

$$= 0.00095 + (0.00076 - 0.00095) \frac{26.7 - 20}{30 - 20} \Rightarrow \mu = 0.0008227 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$$

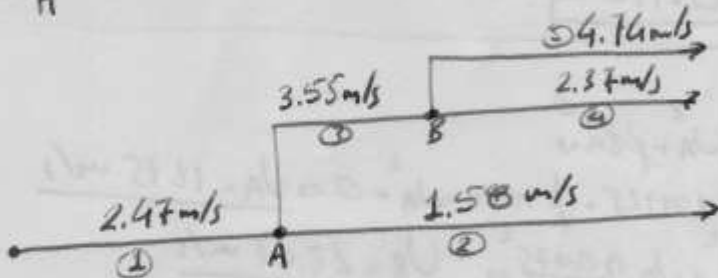
$$Z = \mu \frac{dU}{dy} = 0.0008227 \frac{5 - 2}{0.12} \Rightarrow \boxed{Z = 0.0205675 \text{ Pa}}$$

$$Re = \frac{\rho U \cdot s}{\mu} = \frac{580 \times 3.5 \times 0.12}{0.0008227} = 296058 > 4000 \Rightarrow \text{Turbulensi}$$

QMA 4^e

$$Q_{\Delta} = Q_2 + Q_1 + Q_{in} \rightarrow \frac{5.0}{1000} = \frac{3.2}{1000} + U_1 \cdot A_1 + U_{in} \cdot A_{in} \rightarrow \frac{1.8}{1000} = U \cdot \frac{0.0254^2}{4} + \frac{2U \cdot 0.0127^2}{4}$$

$$\frac{0.0018 \times 4}{\pi} = 0.0254^2 U + 2 \times 0.0127^2 U \rightarrow U = 2.37 \text{ m/s}$$



Re

$$\textcircled{1}: \frac{2.47 \times (2 \times 0.0254)}{10^{-6}} = 125476$$

$$\textcircled{2}: \frac{1.58 \times (2 \times 0.0254)}{10^{-6}} = 80264$$

$$\textcircled{3}: \frac{3.55 \times 0.0254}{10^{-6}} = 90170$$

$$\textcircled{4}: \frac{2.37 \times 0.0254}{10^{-6}} = 60198$$

$$\textcircled{5}: \frac{4.74 \times (0.5 \times 0.0254)}{10^{-6}} = 60198$$

$\frac{\epsilon}{D}$	f
0.00098 (0.001)	0.022
0.00098 (0.001)	0.023
0.00197 (0.002)	0.0255
0.00197 (0.002)	0.0265
0.00394 (0.004)	0.030

Δh

$$\textcircled{1} \quad 0.022 \times \frac{124}{2 \times 0.0254} \times \frac{2.47^2}{2 \times 9.81} = 16.70 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\textcircled{2} \quad 0.023 \times \frac{116 + 85}{2 \times 0.0254} \times \frac{1.58^2}{2 \times 9.81} = 6.73 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\textcircled{3} \quad 0.0255 \times \frac{53 + 116}{0.0254} \times \frac{3.55^2}{2 \times 9.81} = 108.98 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\textcircled{4} \quad 0.0265 \times \frac{85}{0.0254} \times \frac{2.37^2}{2 \times 9.81} = 25.39 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\textcircled{5} \quad 0.030 \times \frac{24 + 85}{0.5 \times 0.0254} \times \frac{4.74^2}{2 \times 9.81} = 294.85 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\Sigma \Delta h = 452.65 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$P_A = 6.5 \times 10^5 - \Delta P_1 = 650000 - 16.70 \times 9810 \Rightarrow P_A = 486173 \text{ (Pa)}$$

$$P_B = P_A - \Delta P_2 = 486173 - 6.73 \times 9810 \Rightarrow P_B = 420151.7 \text{ (Pa)}$$

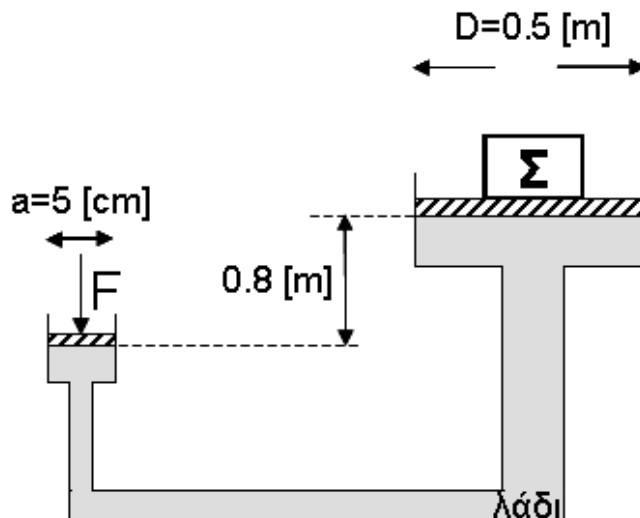
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....
ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 3 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2007

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.

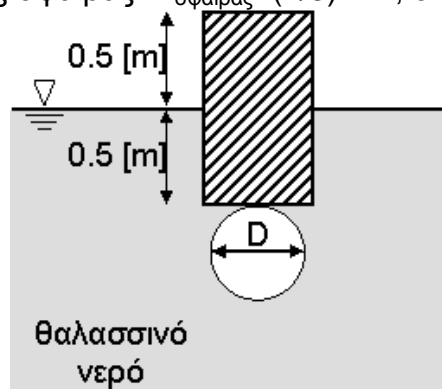
1^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Υδραυλικός ζυγός λειτουργεί με λάδι πυκνότητας $910 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. Το έμβολο ανύψωσης (δεξιά) έχει διάμετρο $D=0.5 \text{ [m]}$, ενώ το έμβολο πίεσης (αριστερά) έχει τετραγωνική διατομή πλευράς $a=5 \text{ [cm]}$. Στο έμβολο ανύψωσης έχει τοποθετηθεί προς ανύψωση το σώμα Σ μάζας 1200 [kg] . Η κατακόρυφη απόσταση των δύο εμβόλων είναι 0.8 [m] (το έμβολο ανύψωσης είναι ψηλότερα). Υπολογίστε την ελάχιστη τιμή της δύναμης F σε $[\text{N}]$ που πρέπει να εφαρμοστεί στο έμβολο πίεσης ώστε να ανυψωθεί το σώμα Σ και την πίεση σε $[\text{bar}]$ κάτω από το έμβολο πίεσης.



2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

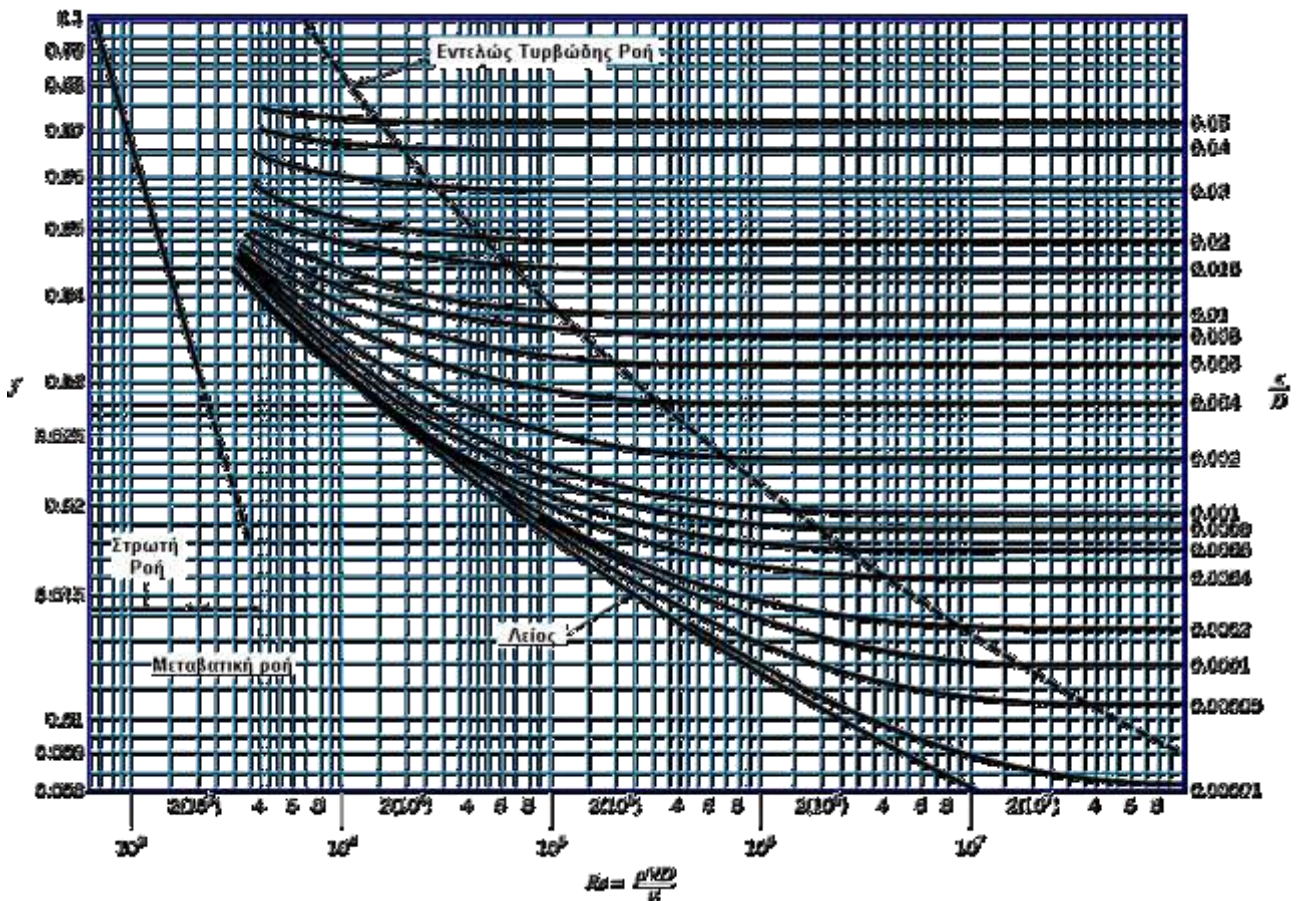
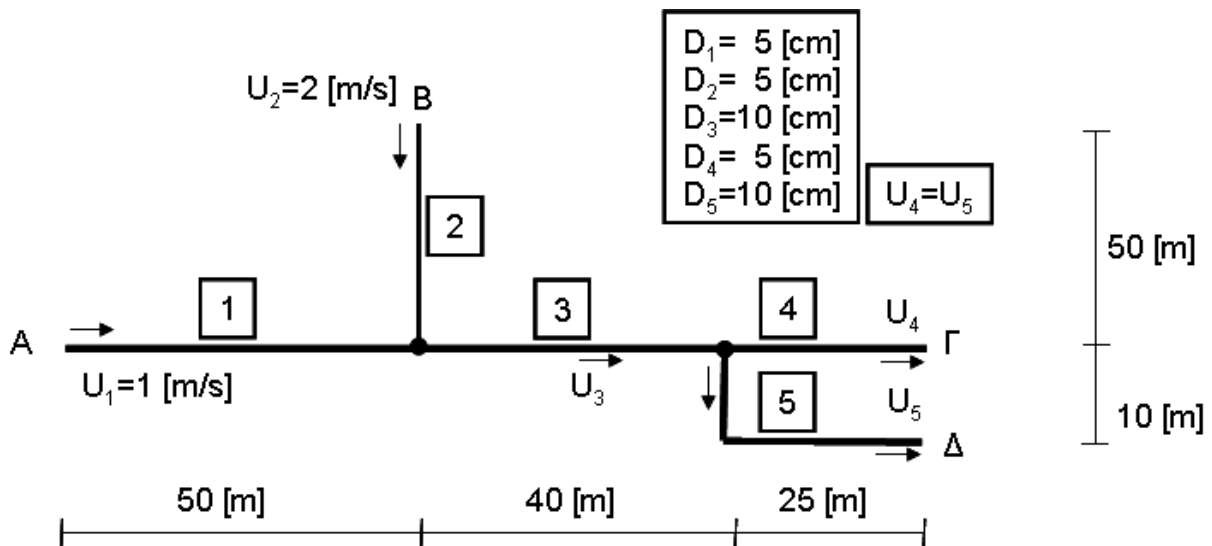
Ομοιογενές σώμα σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου διαστάσεων $1.0 \times 0.2 \times 0.2 \text{ [m]}$ και βάρους 600 [N] βυθίζεται στη θάλασσα κατά τη μεγάλη του διάσταση. Το θαλασσινό νερό έχει πυκνότητα $1025 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. Εάν επιθυμούμε το σώμα να είναι βυθισμένο κατά 0.5 [m] στο νερό, υπολογίστε την ελάχιστη διάμετρο μπαλονιού που περιέχει αέρα, το οποίο πρέπει να προσδέσουμε στο κάτω μέρος του σώματος. Επίσης υπολογίστε την πυκνότητα του σώματος. Δίνεται ο όγκος σφαίρας: $V_{\text{σφαίρας}} = (4/3)\pi R^3$, όπου R =ακτίνα σφαίρας.



3° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Στο σχήμα παριστάνεται δίκτυο λείων σωληνώσεων, που αποτελείται από 5 κλάδους, των οποίων η διάμετρος δίνεται στο σχήμα. Νερό εισρέει από τις εισόδους Α και Β, διαρρέοντας τους κλάδους 1 και 2, αντίστοιχα, μετά συνεχίζει στον κλάδο 3 και τέλος διακλαδίζεται στους κλάδους 4 και 5 και εκρέει του κυκλώματος από τις εξόδους Γ και Δ, αντίστοιχα. Οι ταχύτητες στους κλάδους 1 και 2 είναι 1.0 και 2.0 [m/s], αντίστοιχα, ενώ ισχύει επίσης ότι $U_4=U_5$.

Θεωρώντας τις τοπικές απώλειες αμελητέες, να υπολογίσετε τις γραμμικές απώλειες σε [mH₂O] σε κάθε κλάδο, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας. Το δυναμικό ιξώδες του νερού είναι 0.001 [Pa s].



1



$$F_z = B = m \cdot g = 1200 \times 9.81 = 11772 \text{ [N]}$$

$$F_z = P_z \cdot A_z \Rightarrow P_z = \frac{F_z}{A_z} = \frac{11772}{\frac{\pi \cdot 0.5^2}{4}} = 59954.3 \text{ [Pa]}$$

$$P_F = \rho \cdot g \cdot h + P_z \Rightarrow \frac{F}{A_F} = \rho \cdot g \cdot h + P_z \Rightarrow F = (P_z + \rho \cdot g \cdot h) \cdot A_F$$

$$F = (59954.3 + 910 \cdot 9.81 \cdot 0.08) \times 0.05^2 \Rightarrow \boxed{F = 167.74 \text{ [N]}}$$

$$P_F = \frac{F}{A_F} = \frac{167.74}{0.05^2} = 67095.98 \text{ [Pa]} = \boxed{0.671 \text{ [bar]}}$$

2 $B = A$ ($B = 600 \text{ [N]}$)

$$A = \rho \cdot V \cdot g = 600 \Rightarrow 1025 \times (V_{cy} + V_{bd}) \times 9.81 = 600 \Rightarrow$$

$$V_{cy} + V_{bd} = 0.059670 \text{ m}^3 \Rightarrow \frac{4}{3} \pi R^3 + (0.5 \times 0.2 \times 0.4) = 0.059670 \Rightarrow$$

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = 0.039670 \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} \cdot 0.039670} = 0.2116 \text{ [m]}$$

Apa $\boxed{D = 0.4231 \text{ [m]}}$

$$\rho_{air} = \frac{m}{V} = \frac{B}{gV} = \frac{600}{9.81 \times 0.2 \times 0.2} = \boxed{1529.05 \text{ [kg/m}^3\text{]}}$$

3

Kalib 1: $Re_1 = \frac{U_1 \cdot D_1 \cdot \rho}{\mu} = \frac{1.0 \times 0.05 \times 10^3}{0.01} = 50000 \rightarrow f_1 = 0.021$

Kalib 2: $Re_2 = \frac{U_2 \cdot D_2 \cdot \rho}{\mu} = \frac{2.0 \times 0.05 \times 10^3}{0.01} = 100000 \rightarrow f_2 = 0.018$

Kalib 3: $Q_3 = Q_1 + Q_2$
 $Q_1 = U_1 \cdot A_1 = 1.0 \times \frac{\pi}{4} \times 0.05^2$
 $Q_2 = U_2 \cdot A_2 = 2.0 \times \frac{\pi}{4} \times 0.05^2$
 $Q_3 = \frac{3\pi}{4} \times 0.05^2 = U_3 \cdot A_3 = U_3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.1^2$
 $\boxed{U_3 = 0.75 \text{ [m/s]}} \rightarrow \boxed{Q_3 = 5.8905 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]}}$

$Re_3 = \frac{U_3 \cdot D_3 \cdot \rho}{\mu} = \frac{0.75 \times 0.10 \times 10^3}{0.01} = 75000 \rightarrow f_3 = 0.0195$

Kalib 4 dan 5: $Q_3 = Q_4 + Q_5 \Rightarrow Q_3 = U_4 \cdot A_4 + U_5 \cdot A_5$
 $U_4 = U_5$
 $5.8905 \times 10^{-3} = U_4 \cdot \frac{\pi}{4} \times (0.05^2 + 0.1^2)$

$$\boxed{U_4 = U_5 = 0.60 \text{ [m/s]}}$$

$Re_4 = \frac{U_4 \cdot D_4 \cdot \rho}{\mu} = \frac{0.60 \times 0.05 \times 10^3}{0.01} = 30000 \rightarrow f_4 = 0.023$

$$\begin{aligned}
 h_{L1} &= f_1 \cdot \frac{L_1}{D_1} \cdot \frac{U_1^2}{2g} = 0.021 \cdot \frac{50}{0.05} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9.81} = 1.07 \text{ m H}_2\text{O} \\
 h_{L2} &= f_2 \cdot \frac{L_2}{D_2} \cdot \frac{U_2^2}{2g} = 0.018 \cdot \frac{50}{0.05} \cdot \frac{2^2}{2 \cdot 9.81} = 3.67 \text{ m H}_2\text{O} \\
 h_{L3} &= f_3 \cdot \frac{L_3}{D_3} \cdot \frac{U_3^2}{2g} = 0.0195 \cdot \frac{40}{0.10} \cdot \frac{0.75^2}{2 \cdot 9.81} = 0.22 \text{ m H}_2\text{O} \\
 h_{L4} &= f_4 \cdot \frac{L_4}{D_4} \cdot \frac{U_4^2}{2g} = 0.023 \cdot \frac{25}{0.05} \cdot \frac{0.6^2}{2 \cdot 9.81} = 0.21 \text{ m H}_2\text{O} \\
 h_{L5} &= f_5 \cdot \frac{L_5}{D_5} \cdot \frac{U_5^2}{2g} = 0.020 \cdot \frac{(25+10)}{0.10} \cdot \frac{0.6^2}{2 \cdot 9.81} = 0.13 \text{ m H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

5.3 m H₂O