



ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

κ. ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ



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.....

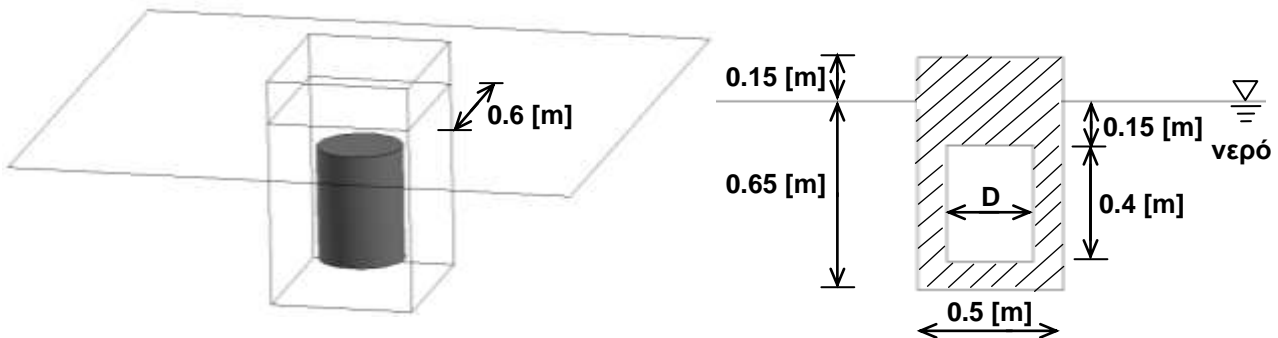
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 28 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2008

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση παραδίδεται οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στερεό σώμα σχήματος ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου, είναι βυθισμένο μερικώς σε νερό ($\rho=1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$). Οι διαστάσεις του σώματος (μήκος, πλάτος, ύψος) είναι 0.5, 0.6 και 0.8 [m], αντίστοιχα, ενώ το βύθισμά του είναι 0.65 [m]. Το σώμα δεν είναι συμπαγές, αλλά περιέχει κενό κυλινδρικό όγκο ύψους 0.4 [m] και διαμέτρου D, στη θέση που δείχνει το σχήμα.

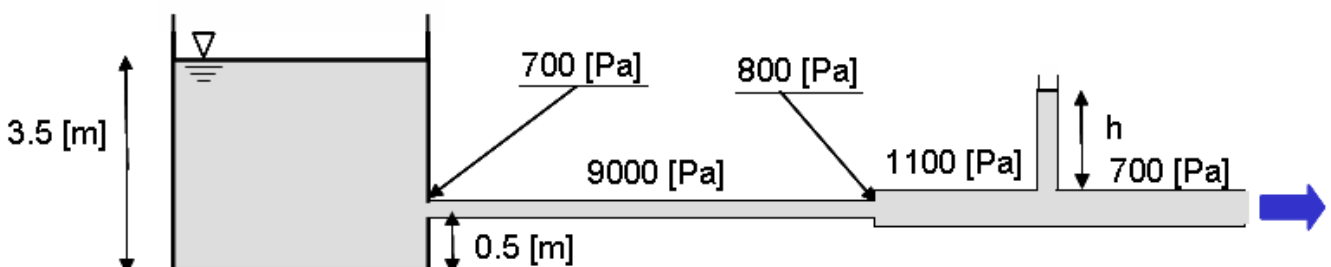
- (α) Εάν η διάμετρος του κενού όγκου είναι 0.3 [m], υπολογίστε την πυκνότητα του υλικού του στερεού (**2 μονάδες**).
- (β) Εάν η πυκνότητα του στερεού είναι $750 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ υπολογίστε τη διάμετρο του κενού όγκου, ώστε το σώμα να έχει βύθισμα 0.57 [m]. (**1 μονάδα**).



2^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

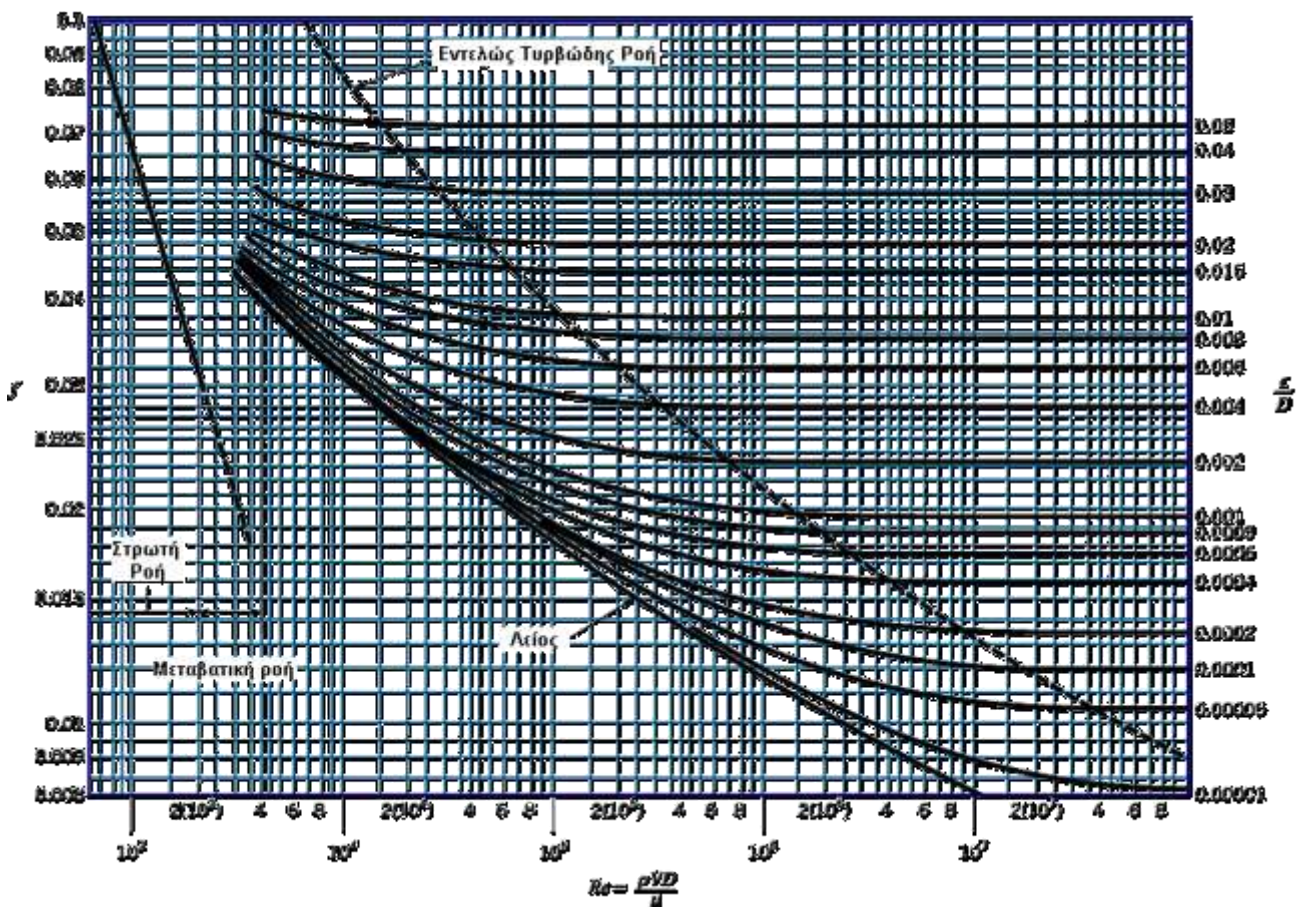
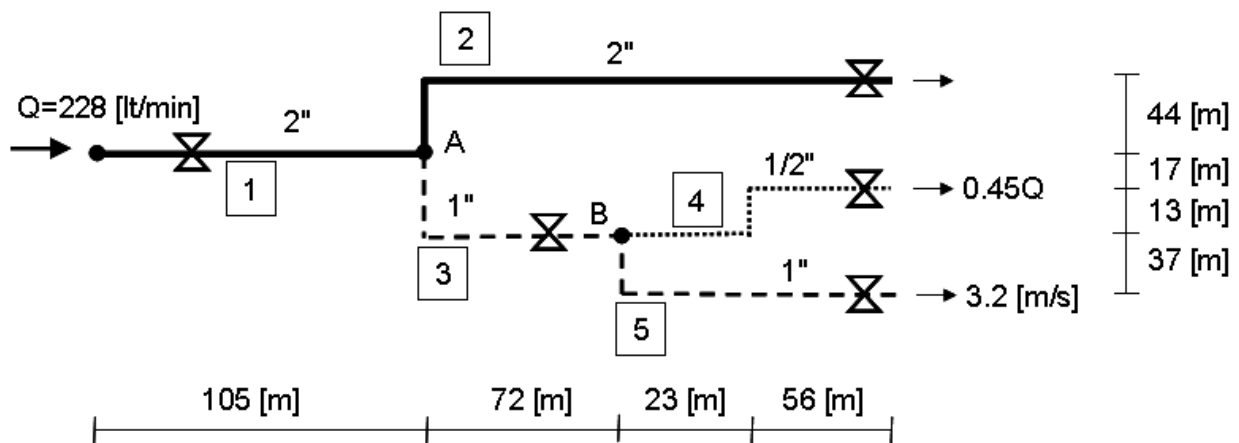
Ανοικτή δεξαμενή με νερό τροφοδοτεί αγωγό διαμέτρου 0.17 [m], όπως φαίνεται στο σχήμα. Μετά από κάποιο μήκος, υπάρχει διεύρυνση του αγωγού σε διάμετρο 0.2 [m], ακολουθεί σύνδεση με ανοικτό σωλήνα μανόμετρου και τέλος το νερό εκρέει στην ατμόσφαιρα. Οι απώλειες πίεσης του δικτύου δίνονται στο σχήμα: οι γραμμικές είναι 9000 [Pa] για το τμήμα με τη μικρή διάμετρο και 1100 και 700 [Pa] για το τμήμα μετά τη διεύρυνση, πριν και μετά το μανόμετρο, αντίστοιχα, ενώ οι τοπικές στην έξοδο της δεξαμενής και στη διεύρυνση είναι 700 και 800 [Pa], αντίστοιχα. Υπολογίστε:

- (α) Το ύψος h της στάθμης του μανόμετρου. (**2.0 μονάδες**)
- (β) Την παροχή του δικτύου (**1.0 μονάδα**)
- (γ) Την πίεση ελάχιστα μετά την έξοδο της δεξαμενής (**0.5 μονάδα**)



3^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος, το νερό εισέρχεται με παροχή 228 [lt/min] σε αγωγό διαμέτρου 2" (κλάδος 1), ο οποίος στον κόμβο A διακλαδίζεται σε αγωγό 2" (κλάδος 2) και αγωγό 1" (κλάδος 3). Στον κόμβο B ο κλάδος 3 διακλαδίζεται περαιτέρω σε αγωγούς 1/2" (κλάδος 4) και αγωγό 1" (κλάδος 5). Το νερό εκρέει από τους κλάδους 2, 4 και 5. Συγκεκριμένα στην έξοδο τους κλάδου 4 εκρέει το 45% της παροχής, ενώ στον κλάδο 5 η ταχύτητα εξόδου είναι 3.2 [m/s]. Στο δίκτυο υπάρχουν 5 βάνες για τη ρύθμιση της παροχής των επιμέρους κλάδων, οι οποίες είναι ανοικτές. Όλοι οι αγωγοί έχουν τραχύτητα 0.015 [mm], ενώ οι συντελεστές απωλειών για τα διάφορα εξαρτήματα είναι: i) ανοικτή βάνα $K_{\text{βανας}}=1.25$, ii) διακλάδωση 180° $K_{\Delta 180}=0.8$, iii) διακλάδωση 90° $K_{\Delta 90}=0.55$, iv) γωνία 90 $K_{\Gamma 90}=0.2$. Να υπολογίσετε τις απώλειες πίεσης (γραμμικές & τοπικές) σε κάθε κλάδο του δικτύου. Δίνεται ότι το δυναμικό ιξώδες του νερού είναι 0.0012 [kg/m/s].



1) a) $A = B$

$$A = \rho_v \cdot V_B \cdot g = 1000 \times [0.65 \times 0.6 \times 0.5] \times 9.81 = 1912.95 \text{ CN}$$

$$B = \rho_c \cdot V_c \cdot g = \rho_c \cdot [0.8 \times 0.6 \times 0.5 - \frac{\pi}{4} \cdot 0.3^2 \times 0.4] \times 9.81 = 2.077 \rho_c$$

$$2.077 \rho_c = 1912.95 \Rightarrow \rho_c = 921.00 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

f) $A = \rho_v \cdot V_B \cdot g = 1000 \times [0.53 \times 0.6 \times 0.5] \times 9.81 = 1677.51$

$$B = \rho_c \cdot V_c \cdot g = 750 \times [0.8 \times 0.6 \times 0.5 - \frac{\pi}{4} D^2 \cdot 0.4] \times 9.81 = 1765.8 - 2311.43 D^2$$

$$1677.51 = 1765.80 - 2311.43 D^2 \Rightarrow 2311.43 D^2 = 88.29 \Rightarrow D = \sqrt{\frac{88.29}{2311.43}} \Rightarrow D = 0.1954 \text{ (m)}$$

- 1: G. G. G. G.
- 2: G. G. G. G.
- 3: G. G. G. G.
- 4: G. G. G. G.

2) a) Bernoulli 1-4

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_4}{\gamma} + \frac{U_4^2}{2g} + z_4 + \Delta h_{1-4}$$

$$z_1 = 3.5$$

$$z_4 = 0.5$$

$$U_1 = \phi$$

$$P_1 = P_4$$

$$\Delta h_{1-4} = \frac{700 + 7000 + 800 + 1100 + 200}{9810} = \frac{12300}{9810} = 1.2538 \text{ (m)}$$

$$U_4 = \sqrt{2g(z_1 - z_4 - \Delta h)} = \sqrt{2 \times 9.81 \times (3.5 - 0.5 - 1.2538)} = 5.85 \text{ (m/s)}$$

Bernoulli 1-3

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + z_3 + \Delta h_{1-3}$$

$$P_1 = P_3$$

$$P_3 = P_1 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$U_1 = \phi$$

$$U_3 = U_4 = 5.85$$

$$z_1 = 3.5$$

$$z_3 = 0.5$$

$$\Delta h_{1-3} = \frac{700 + 1000 + 800 + 1100}{9810} = \frac{11600}{9810} = 1.1925 \text{ (m)}$$

$$P_3 = \gamma \left[3.9 \cdot 0.5 - 1.1925 - \frac{5.85^2}{2 \times 9.81} \right] = 718.43 \text{ (Pa)}$$

$$h = \frac{P_3}{\rho g} = \frac{718.43}{9810} \Rightarrow h = 0.0732 \text{ (m)}$$

$$h = 0.0732 \text{ (m)}$$

f) $Q = U \cdot A = U_3 \cdot A_3 = 5.85 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 = 0.1838 \text{ (m}^3\text{/s)}$

g) Bernoulli 1-2

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + \Delta h_{1-2}$$

$$U_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.1838}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.1^2} = 8.10 \text{ (m/s)}$$

$$\frac{700}{9810} + \frac{0}{2 \times 9.81} + 3.5 = \frac{P_2}{9810} + \frac{8.1^2}{2 \times 9.81} + 0.5 + \Delta h_{1-2}$$

$$\Delta h_{1-2} = \frac{700}{9810} - \frac{8.1^2}{2 \times 9.81} = -4075 \text{ (Pa)}$$

2. Eipfen zentraler.

$$U_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{228 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.0508^2} = 1.87 \text{ [m/s]}$$

$$U_5 = 3.2 \text{ m/s} \rightarrow Q_5 = U_5 \cdot A_5 = 57.29 \text{ [l/min]} (= 0.4267 Q)$$

$$U_4 = \frac{Q_4}{A_4} = \frac{0.45Q}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.0117^2} = 13.50 \text{ [m/s]}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{\frac{199.89}{60000}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.0254^2} = 6.57 \text{ [m/s]}$$

$$Q_3 = Q_4 + Q_5 = 0.45Q + 0.4267Q = 0.8767Q = 199.89 \text{ [l/min]}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{\frac{28.11}{60000}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.0508^2} = 0.23 \text{ [m/s]}$$

$$Q_2 = Q - Q_3 = 228 - 199.89 = 28.11 \text{ [l/min]}$$

Stapel	U [m/s]	Re	D [m]	ϵ/D	f	L	Δh_f	ΣK	Δh_T	Q [l/min]
1	1.87	73163	0.0508	0.0003	0.0190	105	7.00 7.00	2.05 (1.25+0.8)	0.37	228.00
2	0.23	9737	0.0508	0.0003	0.0330	195	2.34	1.45 (1.25+0.2)	0.00	28.11
3	6.57	139065	0.0254	0.0006	0.0200	102	176.70	2.00 (1.25+0.2+0.5)	4.40	199.89
4	13.50	142675	0.0117	0.0012	0.0220	92	1680.39	1.65 (1.25+2x0.2)	15.37	102.60
5	3.2	67733	0.0254	0.0006	0.0215	116	2.00 51.25	1.45 (1.25+0.2)	0.76	47.29
							1579.41 1718.87		20.86	

$$\Delta h_f = f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} \text{ [m]}$$

$$\Delta h_T = K \frac{U^2}{2g} \text{ [m]}$$

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

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 18 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2008

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση παραδίδεται οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

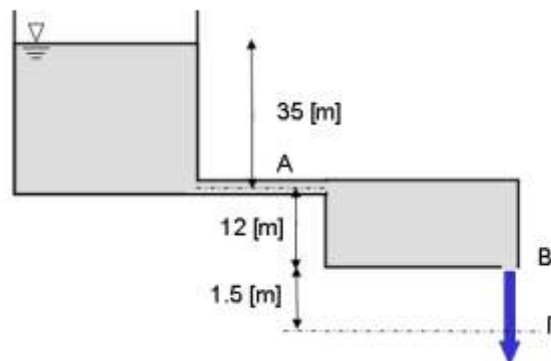
Στερεό σώμα όγκου 120 λίτρων είναι πλήρως βυθισμένο σε θαλασσινό νερό και είναι ακίνητο. Η πυκνότητα του σώματος είναι $1500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, ενώ αυτή του θαλασσινού νερού είναι $1020 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. Για να ακινητεί το σώμα, ασκείται εξωτερικά μία δύναμη F .

- (α) Υπολογίστε το μέτρο της δύναμης F και προσδιορίστε τη φορά της. (2 μονάδες).
- (β) Εάν το σώμα είχε όγκο 135 λίτρων, υπολογίστε την πυκνότητά του ώστε να ισορροπεί στο θαλασσινό νερό χωρίς τη βοήθεια εξωτερικής δύναμης. (1 μονάδα).

2° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

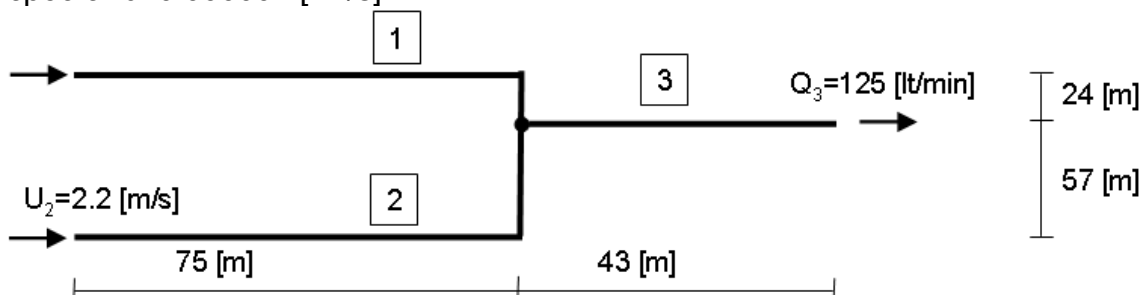
Ανοικτή δεξαμενή συνδέεται με κλειστή μέσω οριζόντιου σωλήνα διαμέτρου 40 [cm], όπως φαίνεται στο σχήμα. Εάν οι τριβές θεωρηθούν αμελητέες και το στόμιο εξόδου έχει διάμετρο 20 [cm], υπολογίστε:

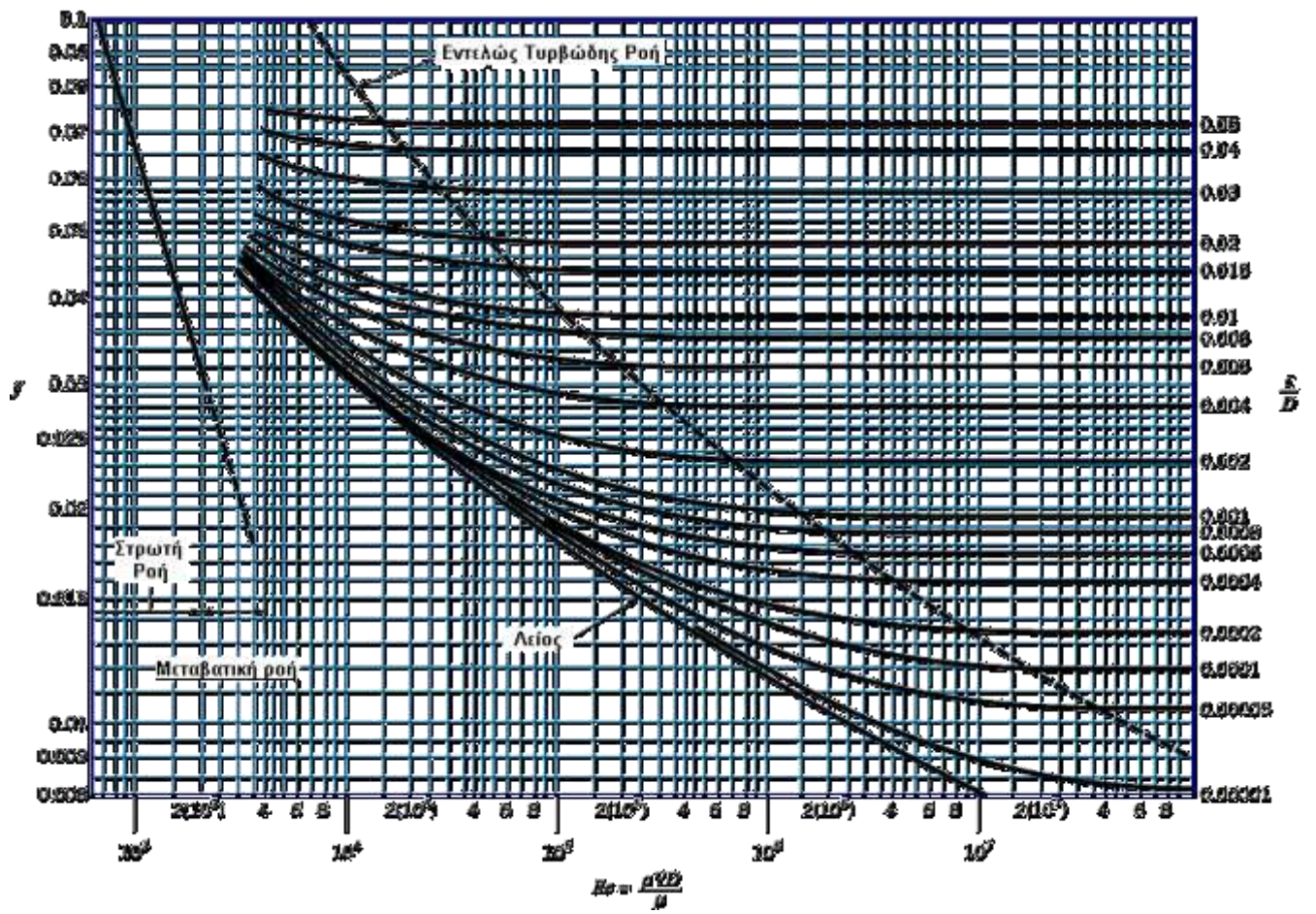
- (α) Την ταχύτητα και την παροχή στο στόμιο εξόδου Β. (1.0 μονάδα)
- (β) Την ταχύτητα και τη διάμετρο της δέσμης του νερού στο σημείο Γ. (1.5 μονάδα)
- (γ) Την ταχύτητα και την απόλυτη πίεση στον οριζόντιο αγωγό Α. (1.5 μονάδα)



3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος, το νερό εισέρχεται από τις εισόδους των κλάδων 1 και 2 και εξέρχεται από την έξοδο του κλάδου 3 με παροχή 125 [lt/min] . Η ταχύτητα στον κλάδο 2 είναι 2.2 [m/s] . Οι διαμέτροι των κλάδων 1, 2 και 3, είναι 2 [cm], 3 [cm] και 5 [cm], αντίστοιχα, ενώ η τραχύτητά τους είναι 0.08, 0.03 και 0.3 [mm], αντίστοιχα. Εάν αμεληθούν οι τοπικές απώλειες πίεσης, να υπολογίσετε τις γραμμικές απώλειες πίεσης (χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody) σε κάθε κλάδο του δικτύου. Το κινηματικό ιξώδες του νερού είναι $0.000001 \text{ [m}^2\text{/s]}$.





Θεμα 1^ο

α) $\bar{I}_{\text{Goppionis}} \Rightarrow A = B + F \Rightarrow \rho_v \cdot V_v \cdot g = \rho_s \cdot V_s \cdot g + F \Rightarrow$



$1020 \times 0.12 \times 9.81 = 1500 \times 0.12 \times 9.81 + F \Rightarrow$

$F = (1020 - 1500) \times 0.12 \times 9.81 = \underline{-565.056 \text{ [N]}}$

β) $\rho_{\text{νερο}} = \rho_s = 1020 \text{ [kg/m}^3]$
 $A_{\text{ρετα}} = F \text{ ελευθ. ροης εφ' ημερω}$

Θεμα 2^ο

Bernoulli (εξ. μητ. \rightarrow γωνία): $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + Z_2 \quad (1)$

-// (εξ. μητ. \rightarrow i τμήμα Β): $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + Z_3 \quad (2)$

-// (-// \rightarrow έξω από Γ): $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_4}{\gamma} + \frac{U_4^2}{2g} + Z_4 \quad (3)$

α) (2): $\left. \begin{matrix} P_2 = P_3 = P_{\text{atm}} \\ Z_1 = 47 \text{ [m]}, Z_3 = \emptyset \\ U_1 = \emptyset \end{matrix} \right\} \Rightarrow 47 = \frac{U_2^2}{2g} \Rightarrow U_2 = \sqrt{2 \times 47 \times 9.81} = \underline{30.37 \text{ [m/s]}}$
 $Q_2 = U_2 \cdot A_2 = 30.37 \cdot \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 = \underline{0.9541 \text{ [m}^3/\text{s}]}$

β) (3): $\left. \begin{matrix} P_1 = P_4 = P_{\text{atm}} \\ Z_1 = 48.5 \text{ [m]} \\ U_1 = \emptyset \end{matrix} \right\} \Rightarrow 48.5 = \frac{U_4^2}{2g} \Rightarrow U_4 = \sqrt{2 \times 48.5 \times 9.81} = \underline{30.85 \text{ [m/s]}}$
 $Q_4 = Q_2 = 0.9541 = U_4 \cdot A_4 = 30.85 \cdot \frac{\pi}{4} \times D_4^2 \Rightarrow$
 $D_4 = \sqrt{\frac{4 \times 0.9541}{\pi \times 30.85}} = \underline{0.1984 \text{ [m]}}$

γ) (1): $\left. \begin{matrix} P_1 = 101325 \text{ [Pa]} \\ Z_1 = 35 \text{ [m]}, Z_2 = \emptyset \\ U_1 = \emptyset \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{101325}{9810} + 35 = \frac{P_2}{9810} + \frac{U_2^2}{2g} \Rightarrow$
 $U_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{Q_1}{A_2} = \frac{4 \times 0.9541}{\pi \times 0.4^2} = \underline{7.59 \text{ [m/s]}}$

$A_{\text{ρετα}} \quad P_2 = \begin{matrix} 415871 \\ = 314546 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{[Pa]} \\ \text{[Pa]} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{(ανοικτ.)} \\ \text{(κλειστ.)} \end{matrix}$

Θεμα 3^ο

Κλάδος	D [m]	L [m]	ϵ_{AD}	U [m/s]	Re	f	h_L [m]
1	0.02	99	0.004	1.69	33800	0.031	22.34
2	0.03	132	0.001	2.20	66000	0.024	26.05
3	0.05	43	0.006	1.06	53000	0.032	1.58
ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	-	-	-	49.97

$Q_0 = U_0 A_0 = 22 \times \frac{\pi}{4} \times 0.03^2 = 1.56 \text{ [m}^3/\text{s]} = 93.31 \text{ [lt/min]}$
 $Q_1 = \frac{A_0 \times 53 \times 0.001}{60} = 1.69 \text{ [m}^3/\text{s]}$

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

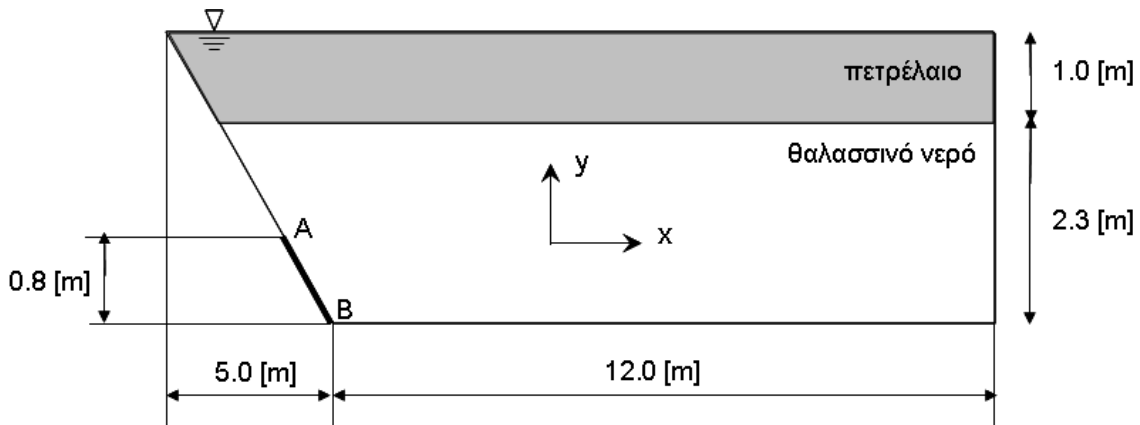
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 23 ΙΟΥΝΙΟΥ 2008

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Το παρόν παραδίδεται οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Ανοικτή δεξαμενή περιέχει στο κάτω μέρος της θαλασσινό νερό (πυκνότητας $1026 \text{ [kg/m}^3\text{]}$) και στο πάνω μέρος της πετρέλαιο ($850 \text{ [kg/m}^3\text{]}$), όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο αριστερό κεκλιμένο πλευρικό τοίχωμα της δεξαμενής υπάρχει θυρίδα (τμήμα AB). Εάν υποθέσουμε ότι η δεξαμενή έχει πλάτος (κάθετα στο επίπεδο του χαρτιού) 2 [m], υπολογίστε:

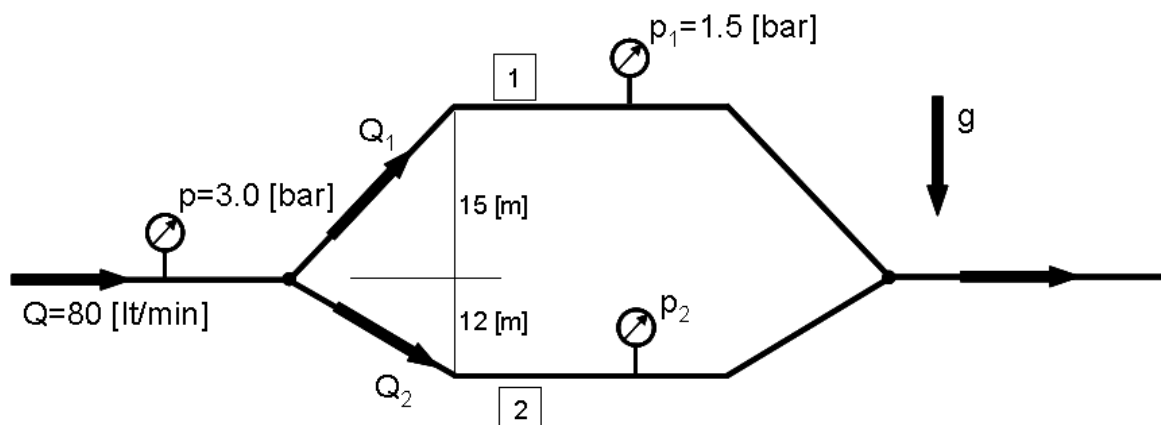
- (α) Την πίεση στα σημεία A και B. (**1.0 μονάδα**)
(β) Την οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης που ασκείται στη θυρίδα AB (μέτρο και σημείο εφαρμογής). (**3.0 μονάδες**)



2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος, νερό παροχής 80 [lit/min] εισέρχεται από αριστερά, διακλαδίζεται στους κλάδους 1 και 2 και ενώνεται ξανά στον κλάδο εξόδου. Η πίεση στον κλάδο εισόδου είναι 3.0 [bar] ενώ το μανόμετρο του άνω κλάδου 1 δείχνει 1.5 [bar] . Οι διαμέτροι των αγωγών είναι $5, 2, 3$ και 5 [cm] για τους κλάδους εισόδου, άνω, κάτω και εξόδου, αντίστοιχα. Με την υπόθεση ότι οι τριβές είναι αμελητέες, να υπολογίσετε:

- (α) Τις παροχές Q_1 και Q_2 σε [lt/min] . (**2.0 μονάδες**)
(β) Την πίεση του κάτω κλάδου p_2 σε [bar] . (**1.0 μονάδα**)

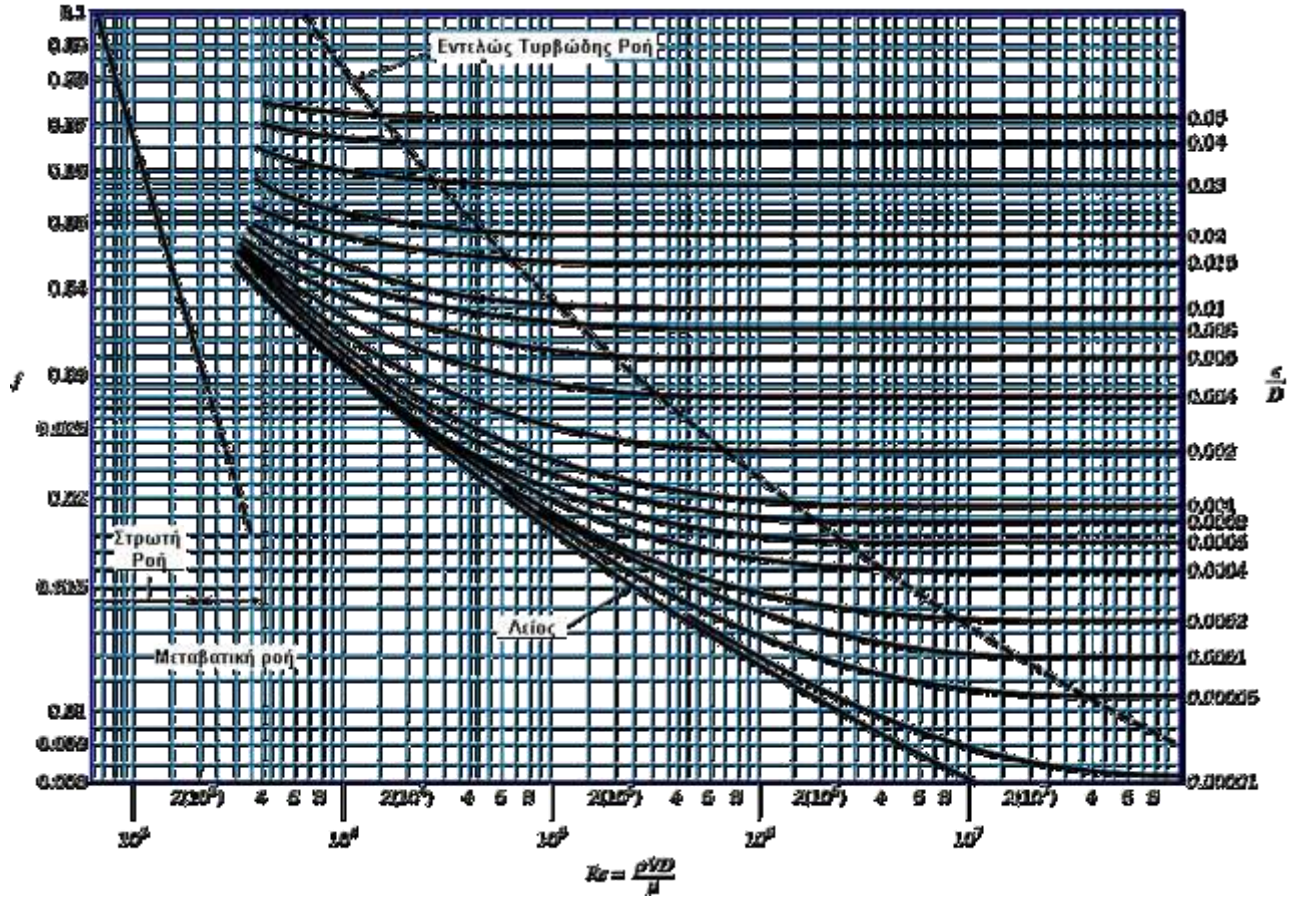


3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Κυκλικός ευθύγραμμος αγωγός διαμέτρου 1" και μήκους 2.8 [m] διαρρέεται από νερό παροχής 150 [lt/min]. Η πτώση πίεσης στον αγωγό είναι 37.6 [kPa]. Εάν η πυκνότητα του νερού είναι 1000 [kg/m³] και το κινηματικό ιξώδες 10⁻⁶ [m²/s], υπολογίστε:

- (α) Το συντελεστή τριβής του αγωγού. (**2 μονάδες**).
- (β) Την τραχύτητα του αγωγού σε [mm]. (**1 μονάδα**).

Παρακάτω δίνεται το διάγραμμα Moody.

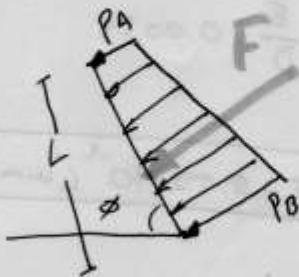


ΑΣΚΗΣΗ 1^η

$$(α) P_A = \rho_n \cdot g \cdot h_n + \rho_v \cdot g \cdot h_v = 850 \times 1.0 \times 9.81 + 1026 \times (2.3 - 0.8) \times 9.81 = \boxed{23436.09 \text{ Cla}}$$

$$P_B = P_A + \rho_v \cdot h_v' \cdot g = 23436.09 + 1026 \times 0.8 \times 9.81 = \boxed{31488.14 \text{ Cla}}$$

(β)



$$\tan \phi = \frac{2.3 + 1.0}{5.0} \Rightarrow \phi = 33.42^\circ$$

$$L = \frac{0.8}{\cos \phi} = 0.96 \text{ (m)}$$

$$F = P \cdot A = \left(\frac{P_A + P_B}{2} \right) \times L \times W = \frac{23436.09 + 31488.14}{2} \times 0.96 \times 2 = \boxed{50616.17 \text{ (N)}}$$

527273

$$F_x = -F \cdot \cos \phi = -42248.7 \text{ (N)} - 44009.1$$

$$F_y = -F \cdot \sin \phi = -27879.1 \text{ (N)} - 29040.7$$

$$Y_R = \frac{I_{xc}}{Y_c A} + Y_c = \frac{\frac{1}{12} \times 0.8^3 \times 2.0}{(1.0 + 1.3 - 0.4) \cos \phi \cdot (0.8 \times 2)} + (1.0 + 2.3 - 0.4) \times \cos \phi$$

$$= \frac{0.08533}{1.8589} + 2.42 = 3.043 \xrightarrow{\times 0.96} \boxed{2.92 \text{ m}} \text{ κάτω από το } \phi \text{ αντί της } \phi$$

(2.90 m από την κορυφή)

ΑΣΚΗΣΗ 2^η

Bernoulli στο [1]: $P_{1c} + \frac{1}{2} \rho U_{1c}^2 + \gamma z_{1c} = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1$

$$U_{1c} = \frac{Q_{1c}}{A_{1c}} = \frac{60}{\frac{\pi}{4} \times 0.05^2} = 0.6791 \text{ m/s}$$

$$P_{1c} = 3.0 \text{ bar} = 3 \times 10^5 \text{ Cla}$$

$$P_2 = 1.5 \text{ bar} = 1.5 \times 10^5 \text{ Cla}$$

$$\gamma = 9810$$

$$z_{1c} = \phi$$

$$z_1 = +15 \text{ (m)}$$

$$\left. \begin{aligned} 3 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 0.6791^2 + 9810 \times 0 &= \\ 1.5 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times U_1^2 + 9810 \times 15 &\Rightarrow U_1 = 2.4822 \text{ (m/s)} \\ Q_1 = U_1 \cdot A_1 = 2.4822 \times \frac{\pi}{4} \times 0.02^2 &= 7.7960 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \\ Q_1 &= \boxed{46.79 \text{ lt/min}} \end{aligned} \right\}$$

Αρα $Q_2 = 33.21 \text{ lt/min}$

Bernoulli στο [2]: $P_{2c} + \frac{1}{2} \rho U_{2c}^2 + \gamma z_{2c} = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma z_2$

$$P_{2c} = 3.0 \text{ bar} = 3 \times 10^5 \text{ Cla}$$

$$U_{2c} = 0.6791 \text{ m/s}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{33.21}{\frac{\pi}{4} \times 0.05^2} = 0.7831 \text{ m/s}$$

$$z_{2c} = \phi$$

$$z_2 = -12$$

$$\left. \begin{aligned} 3 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 0.6791^2 + 9810 \times \phi &= \\ P_2 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 0.7831^2 - 9810 \times 12 &\Rightarrow \\ P_2 &= 417643.97 \text{ Cla} \Rightarrow \\ P_2 &= \boxed{4.1764 \text{ bar}} \end{aligned} \right\}$$

$P_2 = 4.1764 \text{ bar}$

АЕКЧЕН 3^ш

(a) $\Delta p = f \frac{L \rho U^2}{D} \text{ (Pa)}$

$U = \frac{Q}{A} = \frac{\frac{150}{6000}}{\frac{\pi}{4} \times 0.025^2} = 4.9378 \text{ m/s}$

$37.6 \times 10^1 = f \cdot \frac{2.8}{0.0254} \times \frac{1000}{2} \times 4.9378^2$

$f = 0.0280$

(P) $Re = \frac{U \cdot D}{\nu} = \frac{4.9378 \times 0.0254}{10^{-6}} = 125319$
 ka $f = 0.0280 \rightarrow \frac{\epsilon}{D} = 0.0035$

Апа $\epsilon = 0.0035 \times 0.0254 = 8.89 \times 10^{-5} \text{ (m)} \Rightarrow \epsilon = 8.89 \times 10^{-2} \text{ (mm)}$

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

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 1 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2008

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Το παρόν παραδίδεται οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

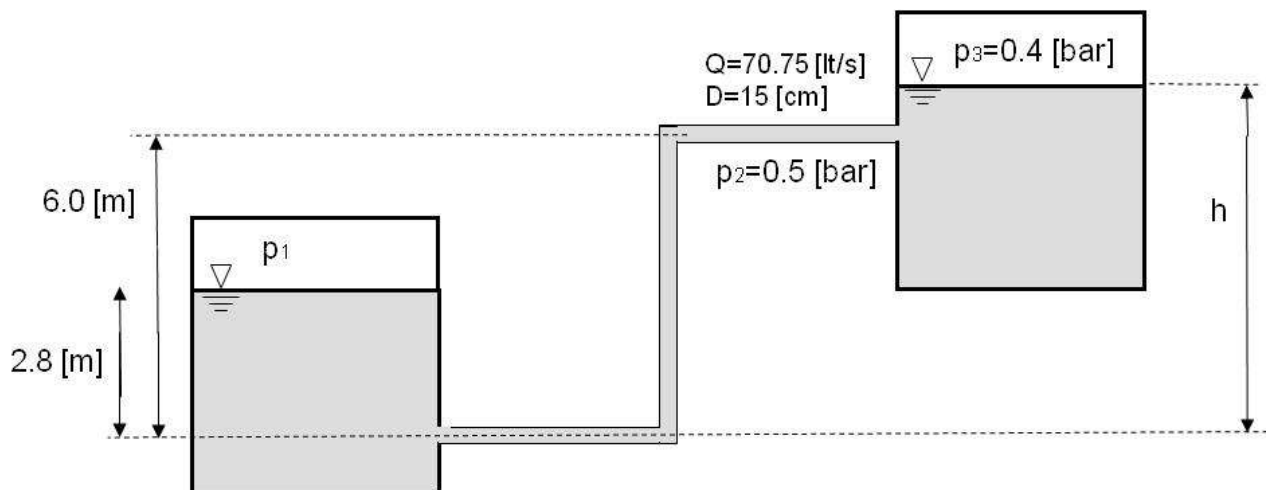
Ανοικτή δεξαμενή περιέχει θαλασσινό νερό πυκνότητας $1025 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και έχει βάθος 65 [cm] . Μέσα στη δεξαμενή αφήνουμε τρεις κύβους πλευράς 0.80 [m] . Να βρεθεί το βύθισμα σε [cm] του κάθε κύβου (πόσο βυθίζεται το κάτω μέρος του κύβου), όταν:

- α) Ο πρώτος κύβος είναι συμπαγής ξύλινος (πυκνότητα ξύλου: $710 \text{ [kg/m}^3\text{]}$).
- β) Ο δεύτερος κύβος είναι συμπαγής ασάλινος (πυκνότητα ασταλιού: $8030 \text{ [kg/m}^3\text{]}$).
- γ) Ο τρίτος κύβος είναι κενός κατά το 90%, ενώ κατά το υπόλοιπο 10% είναι ασάλινος.

2° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Νερό ρέει χωρίς τριβές από την αριστερή δεξαμενή, που διατηρείται σε πίεση p_1 , μέσω αγωγού διαμέτρου 15 [cm] στη δεξιά δεξαμενή που διατηρείται σε πίεση 0.4 [bar] . Εάν η παροχή και η πίεση στο πάνω τμήμα του αγωγού είναι 70.75 [lt/s] και 0.5 [bar] , αντίστοιχα, να υπολογίσετε:

- (α) Την πίεση p_1 σε [bar] . (2.0 μονάδες)
- (β) Την απόσταση h της ελεύθερης επιφάνειας της δεξιά δεξαμενής από το κάτω τμήμα του αγωγού σε [m] . (2.0 μονάδες)

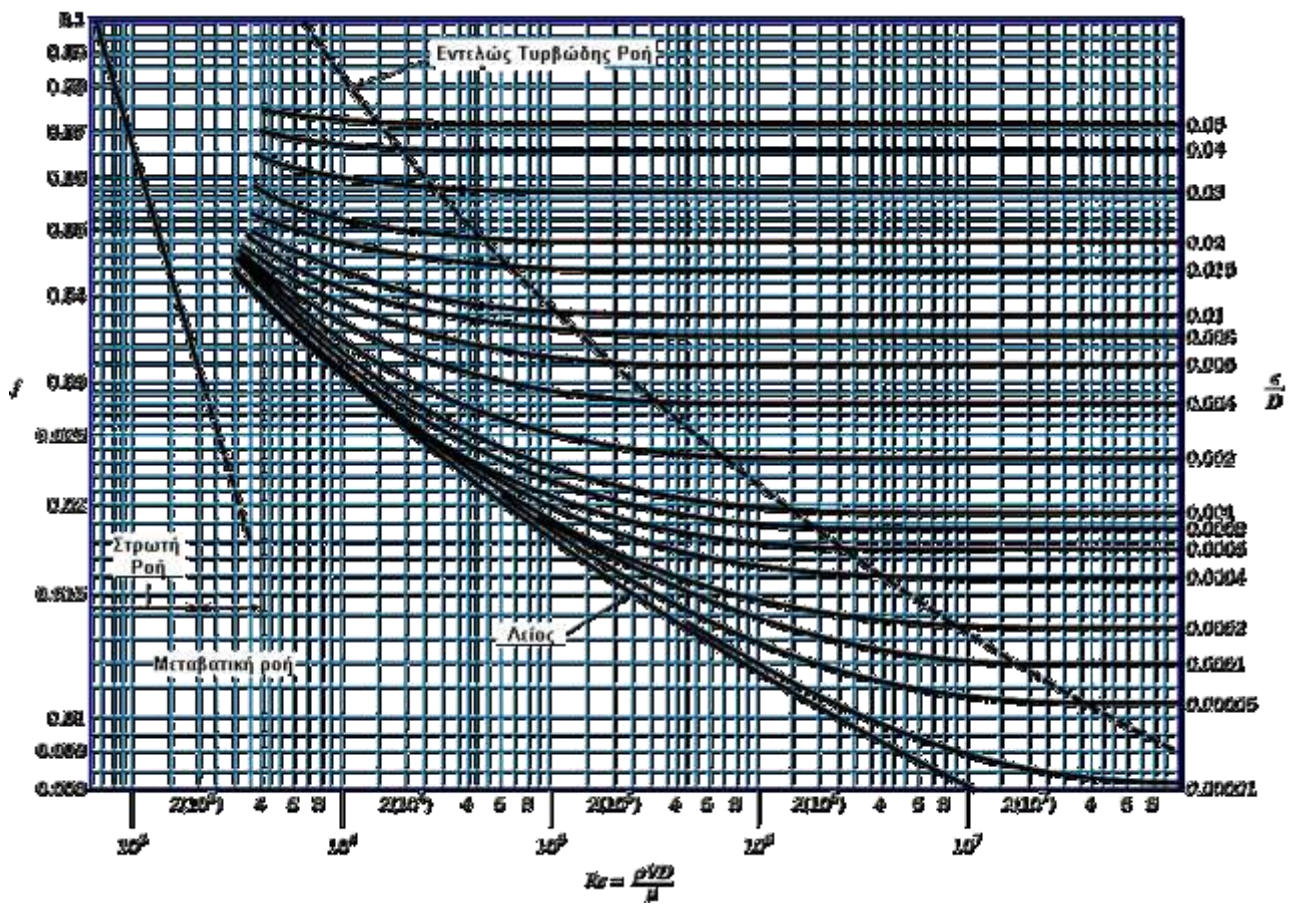


3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Κυκλικός, λείος ευθύγραμμος αγωγός διαμέτρου 10 [cm] και μήκους 3.6 [m] , ο οποίος περιλαμβάνει και μία μισόκλειστη βάνα, διαρρέεται από νερό. Η πυκνότητα του νερού είναι $998.2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ ενώ το δυναμικό ιξώδες είναι $0.00103 \text{ [kg/(ms)]}$.

- (α) Όταν η παροχή του αγωγού είναι 16 [lt/s] , η συνολική πτώση πίεσης είναι 6050 [Pa] . Να υπολογίσετε το συντελεστή τοπικών απωλειών K της μισόκλειστης βάνας. (1.5 μονάδα).
- (β) Εάν η παροχή του αγωγού είναι 28 [lt/s] , να υπολογίσετε τη συνολική πτώση πίεσης σε [bar] . (1.5 μονάδα).

Στην επόμενη σελίδα δίνεται το διάγραμμα Moody.



1

a) $A=B \Rightarrow \rho_v \cdot V_v \cdot g = \rho_k \cdot V_k \cdot g \Rightarrow \rho_v \cdot l_v \cdot A_k = \rho_k \cdot l_k \cdot A_k \Rightarrow$

$1025 \times l_v = 710 \times 0.80 \Rightarrow l_v = 0.5541 \text{ [m]}$

b) $l_v = 0.65$ (Ja niässi näkö)

y) $A=B \Rightarrow \rho_v \cdot l_v \cdot A_k \cdot g = \bar{\rho}_k \cdot l_k \cdot A_k \cdot g \Rightarrow 1025 \times l_v = 803 \times 0.8 \Rightarrow$

$\bar{\rho}_k = 0.90 \times \rho + 0.10 \times 8030 = 803 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow l_v = 0.6267 \text{ [m]}$

2

Bernoulli 1→2: $p_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma Z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma Z_2$

$U_1 = \phi$

$Z_1 = 2.8 \text{ m}$

$Z_2 = 6.0 \text{ m}$

$U_2 = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times \frac{70.75}{\pi}}{\pi \times 0.15^2} = 4.00 \text{ m/s}$

$p_2 = 50000 \text{ [Pa]}$

Bernoulli 2→3:

$p_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma Z_2 = p_1 + \frac{1}{2} \rho U_3^2 + \gamma Z_3$

$U_2 = 4.00 \text{ m/s}$

$p_2 = 50000 \text{ [Pa]}$

$Z_2 = 6.0 \text{ m}$

$U_3 = \phi$

$p_3 = 40000 \text{ [Pa]}$

$50000 + \frac{1000}{2} \times 4^2 + 9810 \times 6.0 =$
 $40000 + \phi + 9810 \times h \Rightarrow$

$h = 7.83 \text{ [m]}$

3) $\Delta p = K \cdot \frac{\rho U^2}{2} + f \frac{L}{D} \frac{\rho U^2}{2}$

$U = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times \frac{16}{\pi}}{\pi \times 0.10^2} = 2.04 \text{ [m/s]}$

$Re = \frac{U \cdot \rho \cdot D}{\mu} = \frac{2.04 \times 998.2 \times 0.10}{0.00101} = 197709 \rightarrow 200000 \rightarrow f = 0.016$

$6050 = K \cdot \frac{998.2 \times 2.04^2}{2} + 0.016 \frac{3.6}{0.10} \times \frac{998.2 \times 2.04^2}{2} \Rightarrow K = 2.34$

b) $U = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times \frac{28}{\pi}}{\pi \times 0.10^2} = 3.57 \text{ [m/s]}$

$Re = \frac{U \cdot \rho \cdot D}{\mu} = \frac{3.57 \times 998.2 \times 0.10}{0.00103} = 345978 \rightarrow 350000 \rightarrow f = 0.014$

$\Delta p = 2.34 \cdot \frac{998.2 \times 3.57^2}{2} + 0.014 \cdot \frac{3.6}{0.10} \times \frac{998.2 \times 3.57^2}{2} = 18090.6 \text{ [Pa]}$
 $\Delta p = 0.18 \text{ [bar]}$

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

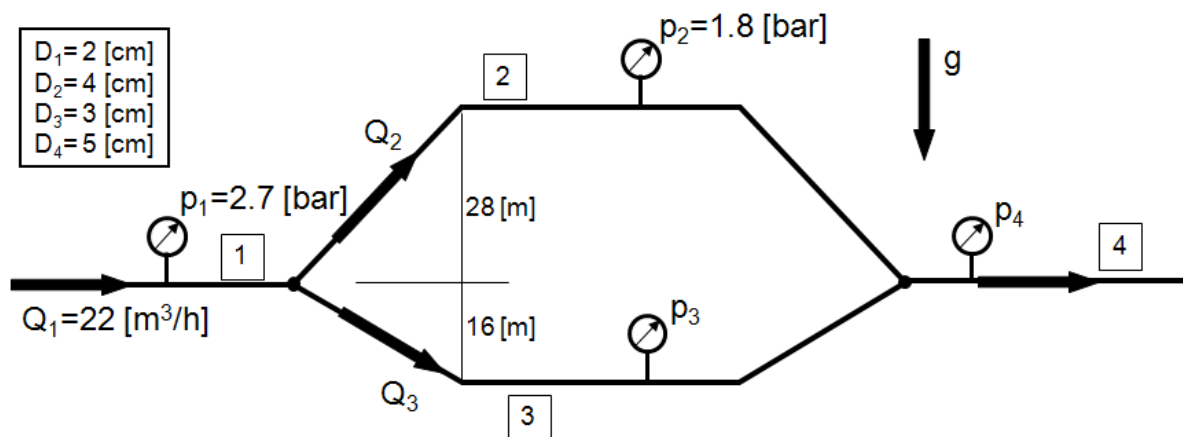
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 29 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2009

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος, νερό παροχής $6 \text{ [m}^3/\text{min]}$ εισέρχεται στον κλάδο 1, διακλαδίζεται στους κλάδους 2 και 3 και ενώνεται ξανά στον κλάδο 4, όπου και εξέρχεται. Η πίεση στον κλάδο 1 είναι $p_1=2.7 \text{ [bar]}$ ενώ το μανόμετρο του άνω κλάδου δείχνει $p_2=1.8 \text{ [bar]}$. Οι διάμετροι όλων των αγωγών δίνονται στο σχήμα. Με την υπόθεση ότι οι τριβές είναι αμελητέες, να υπολογίσετε:

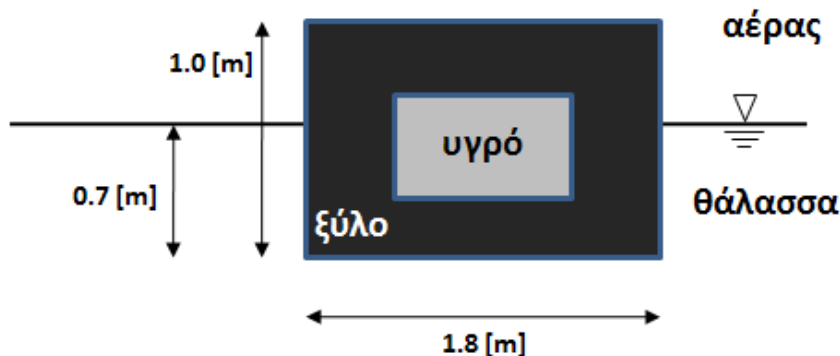
- (α) Τις παροχές Q_2 και Q_3 σε $[\text{lt}/\text{min}]$. (1.0 μονάδες)
(β) Την πίεση του κάτω κλάδου p_3 σε $[\text{bar}]$. (1.0 μονάδα)
(γ) Την πίεση του κλάδου εξόδου p_4 σε $[\text{bar}]$. (1.0 μονάδα)



2^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

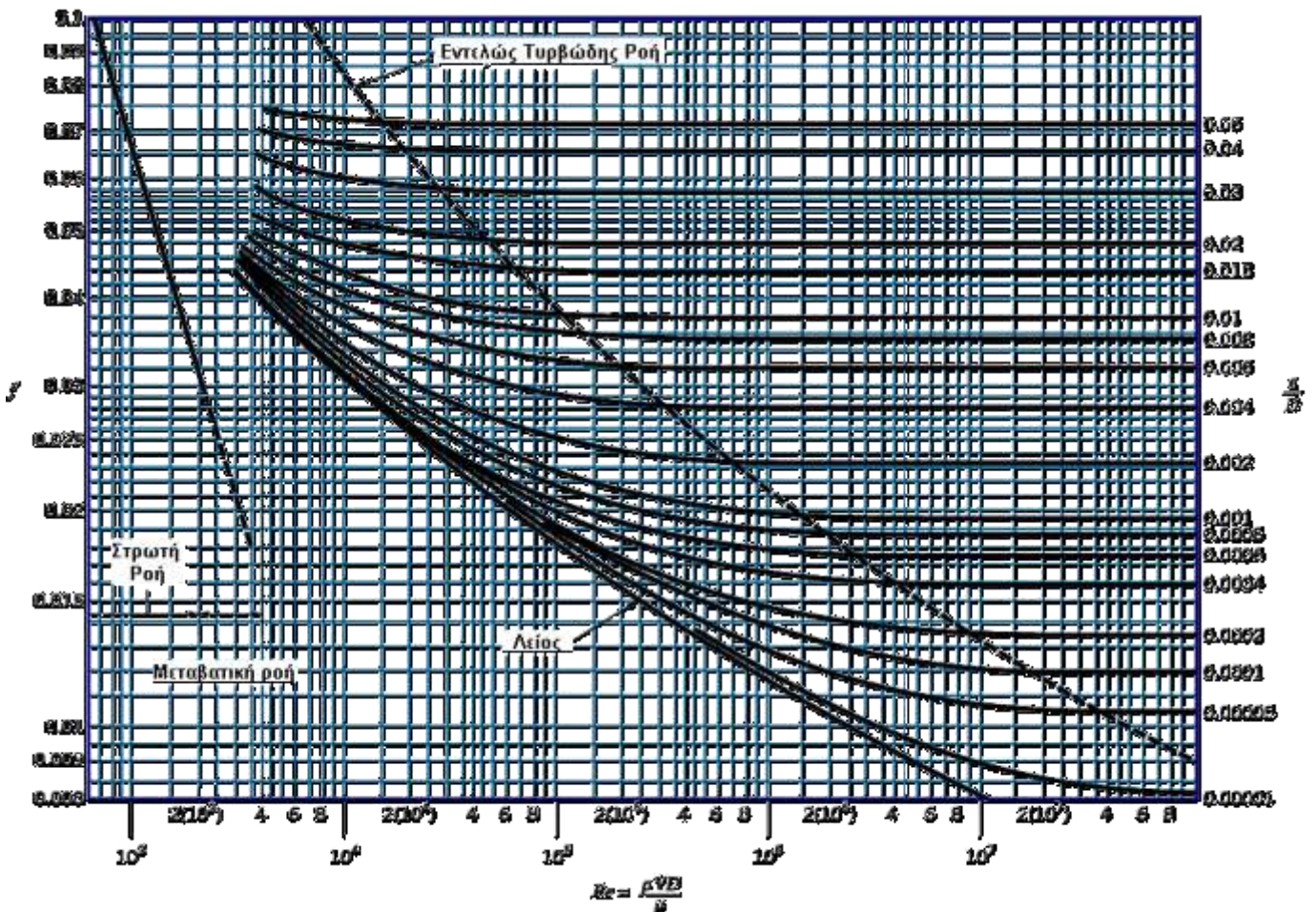
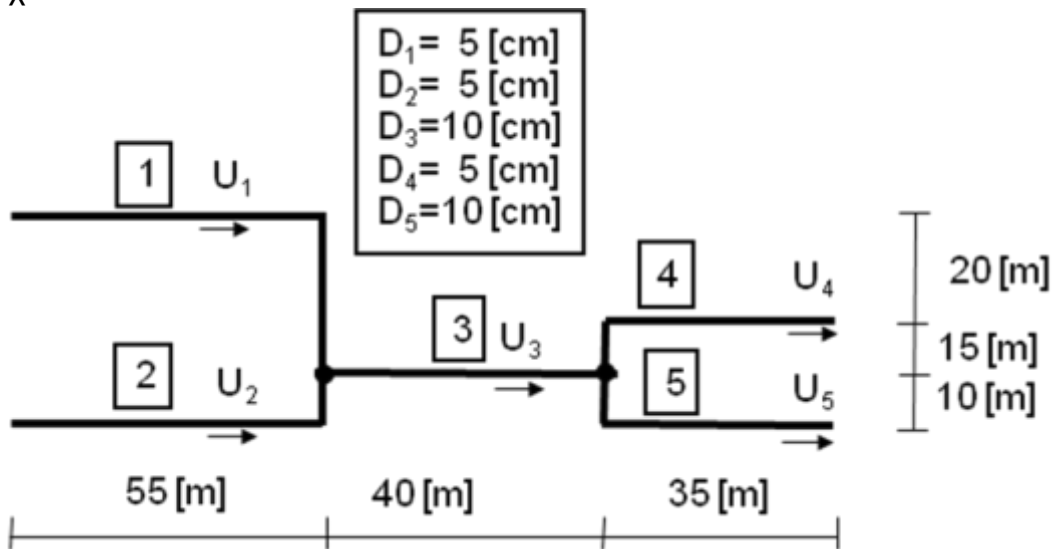
Στερεό σώμα σχήματος ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου και διαστάσεων $1.0 \times 1.8 \times 2.3 \text{ [m]}$ από ξύλο πυκνότητας $560 \text{ [kg}/\text{m}^3]$, περιέχει υγρό άγνωστης πυκνότητας, το οποίο καταλαμβάνει πλήρως τον εσωτερικό χώρο του σώματος όγκου $1.5 \text{ [m}^3]$. Το σώμα είναι βυθισμένο κατά 0.7 [m] σε θαλασσινό νερό, πυκνότητας $1025 \text{ [kg}/\text{m}^3]$. Υπολογίστε:

- (α) Την πυκνότητα του περιεχόμενου υγρού. (1.5 μονάδα)
(β) Τη δύναμη που ασκείται στο κάτω μέρος του σώματος. (0.5 μονάδα)
(γ) Τη δύναμη που ασκείται στο αριστερό τοίχωμα του σώματος, καθώς και το σημείο εφαρμογής της. (1.5 μονάδα)



3° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος, λάδι εισέρχεται από τις εισόδους των κλάδων 1 και 2 και εξέρχεται από τις εξόδους των κλάδων 4 και 5. Η παροχή εισόδου στον κλάδο 1 είναι $Q_1=20$ [lt/s], ενώ η ταχύτητα στον κλάδο 2 είναι $U_2=2.0$ [m/s]. Η ταχύτητα στον κλάδο 4 είναι 25% μεγαλύτερη της ταχύτητας στον κλάδο 5. Οι διάμετροι όλων των κλάδων δίνονται στο σχήμα, ενώ η τραχύτητα των κλάδων 3 και 5 είναι 0.4 [mm] και 0.06 [cm], αντίστοιχα. Εάν αμεληθούν οι τοπικές απώλειες, να υπολογίσετε τις συνολικές γραμμικές απώλειες πίεσης (χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody) σε κάθε κλάδο του δικτύου. Η πυκνότητα και το δυναμκό ιξώδες του λαδιού είναι 780 [kg/m³] και 0.0023 [kg/(m·s)], αντίστοιχα.



$$\boxed{1} \quad Q_1 = 22 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] = \frac{22}{3600} = 6.1111 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{6.1111 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times 0.02^2} = 19.45 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$\underline{1 \rightarrow 2}: p_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + \gamma z_2 \Rightarrow$$

$$2.7 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 19.45^2 + 9810 \times 0 = 1.8 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times U_2^2 + 9810 \times 2.8 \Rightarrow$$

$$U_2 = 2.99 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \Rightarrow Q_2 = U_2 \cdot A_2 = 2.99 \times \frac{\pi}{4} \times 0.04^2 = 3.7573 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q_3 = Q_1 - Q_2 = 6.1111 \times 10^{-3} - 3.7573 \times 10^{-3} = 2.3538 \times 10^{-3} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{2.3538 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times 0.03^2} = 3.33 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$\begin{aligned} & 995.44 \text{ l/min} \\ & 141.23 \text{ l/min} \end{aligned}$$

$$\underline{1 \rightarrow 3}: p_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = p_3 + \frac{1}{2} \rho U_3^2 + \gamma z_3 \Rightarrow$$

$$2.7 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 19.45^2 + 9810 \times 0 = p_3 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 3.33^2 + 9810 \times 1.6 \Rightarrow$$

$$p_3 = 610566.8 \text{ Pa} = \boxed{6.11 \text{ bar}}$$

$$\underline{1 \rightarrow 4} \quad p_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = p_4 + \frac{1}{2} \rho U_4^2 + \gamma z_4$$

$$2.7 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 19.45^2 = p_4 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 3.11^2 \Rightarrow$$

$$p_4 = 454315.2 \text{ Pa} = \boxed{4.54 \text{ bar}}$$

$$\begin{aligned} Q_4 &= Q_1 = 6.1111 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \\ U_4 &= \frac{Q_4}{A_4} = \frac{6.1111 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times 0.02^2} = 3.11 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\boxed{2} \quad \alpha) \quad A=B \Rightarrow \rho_0 \cdot g \cdot V_{\text{p0}} = \rho_3 \cdot g \cdot V_3 + \rho_0 \cdot g \cdot V_0 \Rightarrow$$

$$1025 \times (2.3 \times 1.8 \times 0.7) = 560 \times (2.3 \times 1.8 \times 1.0 - 1.5) + \rho_0 \cdot 1.5 \Rightarrow$$

$$\rho_0 = 994.7 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\beta) \quad F = p \cdot A = \rho_0 \cdot g \cdot h \cdot A = 1025 \times 5.81 \times 0.7 \times (2.3 \times 1.8) = \boxed{29140.11 \text{ N}}$$

$$\gamma) \quad F = \bar{p} \cdot A = \frac{1}{2} (0 + \rho_0 \cdot g \cdot h) \cdot (2.3 \times 0.7) = \boxed{5666.17 \text{ N}}$$



$$\Sigma \text{ pontos equivalentes: } \frac{1}{3} \text{ ani r\u00e1dio} = 0.7/3 = 0.2337$$

$$\text{dist\u00e2ncia do b\u00e1rco} = \boxed{0.4667 \text{ m}}$$

$$\boxed{3} \quad Q_1 = 20 \text{ lt/s} = 0.020 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{0.020}{\frac{\pi}{4} \times 0.05^2} = 10.19 \text{ [m/s]}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.020 + U_2 \cdot A_2 = 0.020 + 2 \times \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 = 0.023927 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{0.023927}{\frac{\pi}{4} \times 0.10^2} = 3.05 \text{ [m/s]}$$

$$U_4 = 1.25 U_5$$

$$Q_2 = Q_4 + Q_5 = 0.023927 = 1.25 U_5 \cdot \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 + U_5 \cdot \frac{\pi}{4} \times 0.10^2 \Rightarrow$$

$$U_5 = 2.32 \text{ [m/s]} \Rightarrow U_4 = 2.90 \text{ [m/s]}$$

Klab.	$U \text{ [m/s]}$	$L \text{ [m]}$	$D \text{ [m]}$	ϵ/D	Re	f	$h_L \text{ [m]}$
1	10.19	90	0.05	-	173000	0.016	152.42
2	2.00	65	0.05	-	34000	0.0215	5.96
3	3.05	40	0.10	0.004	103000	0.023	5.50
4	2.90	50	0.05	-	49000	0.021	9.00
5	2.32	45	0.10	0.006	79000	0.0335	4.14
							177.02

$$h_{L_i} = f_i \frac{L_i}{D_i} \frac{U_i^2}{2g} \text{ [m]}$$

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

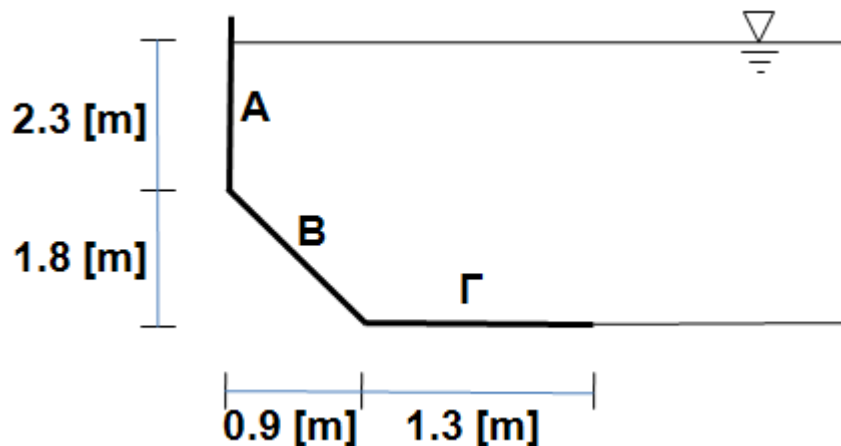
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 11 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2009

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Στο σχήμα φαίνεται τμήμα του προβλήτα ενός λιμανιού. Το θαλασσινό νερό έχει πυκνότητα $1025 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και δυναμικό ιξώδες $0.00105 \text{ [kg/(ms)]}$. Εάν ο προβλήτας έχει πλάτος 8 [m] (κάθετα στο χαρτί), να υπολογίσετε την οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα της υδροδυναμικής δύναμης, καθώς και το σημείο εφαρμογής της:

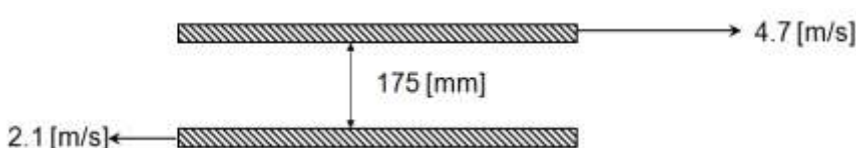
- (α) Στην κατακόρυφη επιφάνεια Α. (1.0 μονάδα)
(β) Στην πλάγια επιφάνεια Β. (2.0 μονάδες)
(γ) Στην οριζόντια επιφάνεια Γ. (0.5 μονάδες)



2° ΘΕΜΑ (2.5 μονάδες):

Δύο παράλληλες πλάκες βρίσκονται σε απόσταση 175 [mm] και κινούνται με ταχύτητα 2.1 και 4.7 [m/s] , όπως φαίνεται στο σχήμα, ενώ μεταξύ τους υπάρχει λάδι πυκνότητας $776 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και θερμοκρασίας $32.4 \text{ [}^\circ\text{C]}$. Το δυναμικό ιξώδες του λαδιού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με τον πίνακα.

- (α) Να υπολογιστεί η διατμητική τάση σε $[\text{Pa}]$ που ασκείται στο λάδι. (1.0 μονάδα)
(β) Να σχεδιάσετε την κατανομή της ταχύτητας μεταξύ των δύο πλακών και να βρείτε εάν η ροή του λαδιού είναι στρωτή ή τυρβώδης. (1.0 μονάδα)
(γ) Σε ποια απόσταση από την κάτω πλάκα μηδενίζεται η ταχύτητα; (0.5 μονάδες)

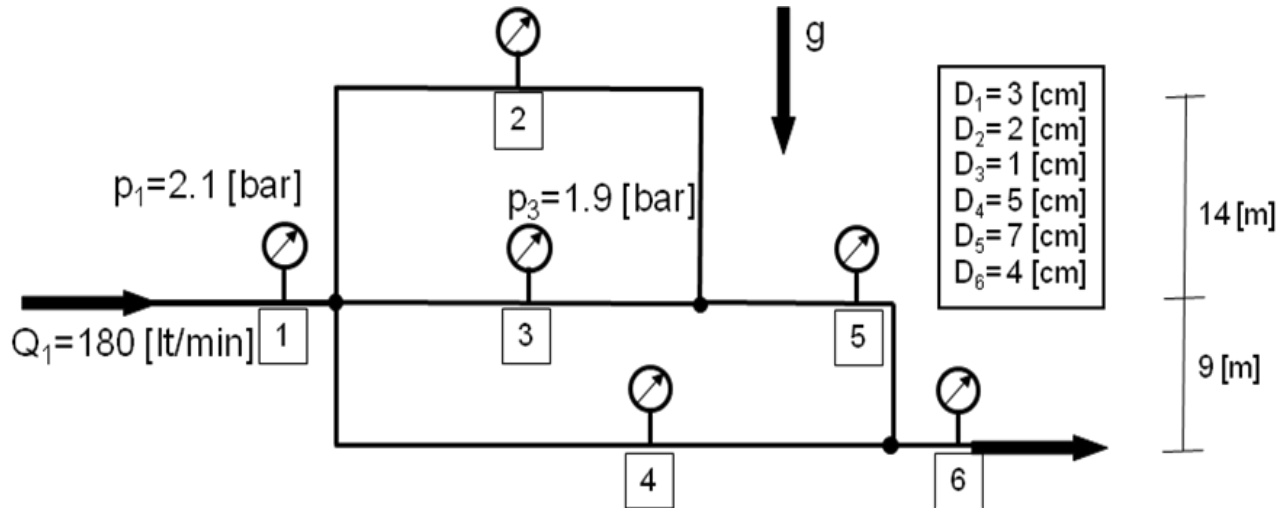


Θερμοκρασία [$^\circ\text{C}$]	Ιξώδες [$\text{kg}/(\text{ms})$]
30	0.00103
35	0.00088

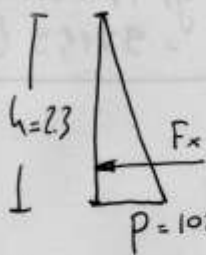
3° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Στο κατακόρυφο δίκτυο του σχήματος, νερό πυκνότητας $990 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ εισέρχεται από τον κλάδο 1 με παροχή $Q_1=180 \text{ [lt/min]}$ και διακλαδίζεται σε τρεις κλάδους. Η πίεση στον κλάδο 1 είναι $p_1=2.1 \text{ [bar]}$, ενώ στο οριζόντιο τμήμα του κλάδου 2 είναι $p_3=1.9 \text{ [bar]}$. Η παροχή στον κλάδο 2 είναι διπλάσια της παροχής στον κλάδο 4. Οι διάμετροι όλων των κλάδων δίνονται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

- (α) Την πίεση στο οριζόντιο τμήμα του κλάδου 2. **(1.0 μονάδα)**
- (β) Την πίεση στο οριζόντιο τμήμα του κλάδου 4. **(1.0 μονάδα)**
- (γ) Την πίεση στο οριζόντιο τμήμα του κλάδου 5. **(1.0 μονάδα)**
- (δ) Την πίεση στον κλάδο 6. **(1.0 μονάδα)**



1 (A)

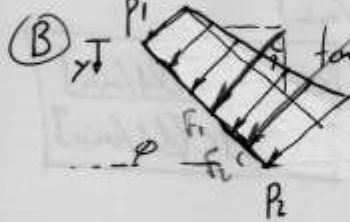


$$F_x = \frac{1}{2} \times p \times (h \times b) = \frac{1}{2} \times 23127.08 \times 2.3 \times 8 = \underline{212.8 \text{ kN}}$$

$$F_y = 0$$

$$\text{Eyyapiri } \bar{y} = -1.53 \text{ [m]}$$

$$p = 1025 \times 9.81 \times 2.3 = 23127.08 \text{ (Pa)}$$



$$\tan \phi = \frac{1.8}{0.9} \Rightarrow \phi = 63.4^\circ$$

$$p_1 = 1025 \times 9.81 \times 2.3 = 23127.08 \text{ (Pa)}$$

$$p_2 = 1025 \times 9.81 \times (2.3 + 1.8) = 41226.53 \text{ (Pa)}$$

$$F_1 = p_1 \cdot A = 23127.08 \times (1.8 / \sin 63.4) \times 8 = 372.45 \text{ (kN)}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) \cdot A = 0.5 \times (41226.53 - 23127.08) \times \frac{1.8}{\sin 63.4} \times 8 = 145.74 \text{ (kN)}$$

$$F = F_1 + F_2 \quad \left| \quad F = 518.19 \text{ (kN)} \right.$$

$$F \cdot y = F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2 \quad \left| \quad 518.19 \cdot y = 372.45 \times \frac{1.8}{2} + 145.74 \times \frac{2}{3} \times 1.8 \Rightarrow y = 0.98 \text{ [m]} \right.$$

$$\text{Apa } F_x = 518.19 \cdot \sin 63.4 = 467.34 \text{ [kN]}$$

$$F_y = 518.19 \cdot \cos 63.4 = 232.02 \text{ [kN]}$$

$$\text{Eyyapiri } \bar{y} = -2.3 - 0.98 = -3.28 \text{ [m]}$$

1

$$F_x = 0$$

$$F_y = p \cdot A = 1025 \times (2.3 + 1.8) \times 9.81 \times (1.7 \times 8) = \underline{428.76 \text{ (kN)}}$$

$$\text{Eyyapiri } \bar{y} = -4.1 \text{ [m]}, \quad x = 1.66$$

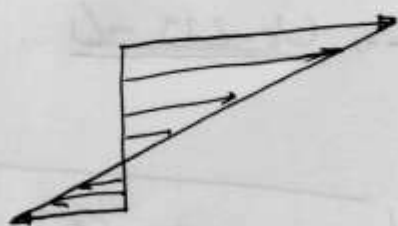
$$2) \quad \alpha = \mu \frac{dU}{dy} = 0.000958 \frac{4.7 - (-2.1)}{0.175} = \underline{0.0372 \text{ (Pa.s)}}$$

$$\mu(32.4) = \mu(30) + [\mu(35) - \mu(30)] \frac{32.4 - 30}{35 - 30}$$

$$= 0.00103 + (0.00088 - 0.00103) \frac{32.4 - 30}{35 - 30} = \underline{0.000958 \text{ (kg/m.s)}}$$

p)

y ↑



$$Re = \frac{\rho \cdot \bar{U} \cdot H}{\mu} = \frac{776 \times 1.3 \times 0.175}{0.000958} = 184280 \rightarrow \text{TAYB. AVC}$$

$$\bar{U} = \frac{4.7 - 2.1}{2} = \frac{2.6}{2} = 1.3$$

$$U = ay + b$$

$$y = 0 \rightarrow U = -2.1 \Rightarrow -2.1 = 0 + b \Rightarrow \boxed{b = -2.1}$$

$$y = 0.175 \rightarrow U = 4.7 \Rightarrow 4.7 = 0.175a + b \Rightarrow 4.7 = 0.175a - 2.1 \Rightarrow \boxed{a = 38.857}$$

$$-2.1 = 0 + b \Rightarrow \boxed{b = -2.1}$$

$$4.7 = 0.175a + b \Rightarrow 4.7 = 0.175a - 2.1 \Rightarrow \boxed{a = 38.857}$$

$$U = 38.857y - 2.1$$

$$\textcircled{3} \quad U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{180}{\frac{\pi}{4} \times 0.03^2} = \underline{U_1 = 4.24 \text{ (m/s)}}$$

$$\gamma = \rho \cdot g = 9900 \times 9.81 = \underline{9711.5 \text{ (N/m}^3\text{)}}$$

$$\textcircled{1 \rightarrow 3} \quad \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + z_3 \Rightarrow$$

$$\frac{210000}{9711.5} + \frac{4.24^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{170000}{9711.5} + \frac{U_3^2}{2 \times 9.81} + \phi \Rightarrow \underline{U_3 = 7.64 \text{ (m/s)}}$$

$$Q_3 = U_3 \cdot A_3 = 7.64 \times \frac{\pi}{4} \times 0.01^2 = 6.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 36.0 \text{ (lt/min)}$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4 \Rightarrow Q_1 = 2Q_4 + Q_3 + Q_4 \Rightarrow 180 = 3Q_4 + 36 \Rightarrow$$

$$\underline{Q_4 = 48 \text{ (lt/min)}}$$

$$\underline{Q_2 = 96 \text{ (lt/min)}}$$

$$Q_4 = U_4 \cdot A_4 = U_4 \cdot \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 = \underline{U_4 = 0.41 \text{ m/s}}$$

$$Q_2 = U_2 \cdot A_2 = U_2 \cdot \frac{\pi}{4} \times 0.02^2 = \underline{U_2 = 5.09 \text{ m/s}}$$

$$\textcircled{1 \rightarrow 2} \quad \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2 \Rightarrow$$

$$\frac{210000}{9711.5} + \frac{4.24^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{P_2}{9711.5} + \frac{5.09^2}{2 \times 9.81} + 14 \Rightarrow$$

$$\underline{P_2 = 70107.5 \text{ (Pa)}}$$

$$= 0.70 \text{ (bar)}$$

$$\textcircled{1 \rightarrow 4} \quad \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_4}{\gamma} + \frac{U_4^2}{2g} + z_4 \Rightarrow$$

$$\frac{210000}{9711.5} + \frac{4.24^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{P_4}{9711.5} + \frac{0.41^2}{2 \times 9.81} - 3 \Rightarrow$$

$$\underline{P_4 = 306222.8 \text{ (Pa)}}$$

$$= 3.06 \text{ (bar)}$$

$$Q_5 = Q_2 + Q_3 = 96 + 36 = 132 \text{ lt/min} \rightarrow U_5 = \frac{Q_5}{A_5} = \frac{132}{\frac{\pi}{4} \times 0.07^2} = \underline{U_5 = 0.57 \text{ (m/s)}}$$

$$\textcircled{1 \rightarrow 5} \quad \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_5}{\gamma} + \frac{U_5^2}{2g} + z_5 \Rightarrow$$

$$\frac{210000}{9711.5} + \frac{4.24^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{P_5}{9711.5} + \frac{0.57^2}{2 \times 9.81} + \phi \Rightarrow$$

$$\underline{P_5 = 218738.1 \text{ (Pa)}}$$

$$= 2.19 \text{ (bar)}$$

$$Q_6 = Q_1 = 180 \text{ lt/min} \rightarrow U_6 = \frac{Q_6}{A_6} = \frac{180}{\frac{\pi}{4} \times 0.04^2} = \underline{U_6 = 2.39 \text{ m/s}}$$

$$\textcircled{1 \rightarrow 6} \quad \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_6}{\gamma} + \frac{U_6^2}{2g} + z_6 \Rightarrow$$

$$\frac{210000}{9711.5} + \frac{4.24^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{P_6}{9711.5} + \frac{2.39^2}{2 \times 9.81} - 3 \Rightarrow$$

$$\underline{P_6 = 303478.5 \text{ (Pa)}}$$

$$= 3.03 \text{ (bar)}$$

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

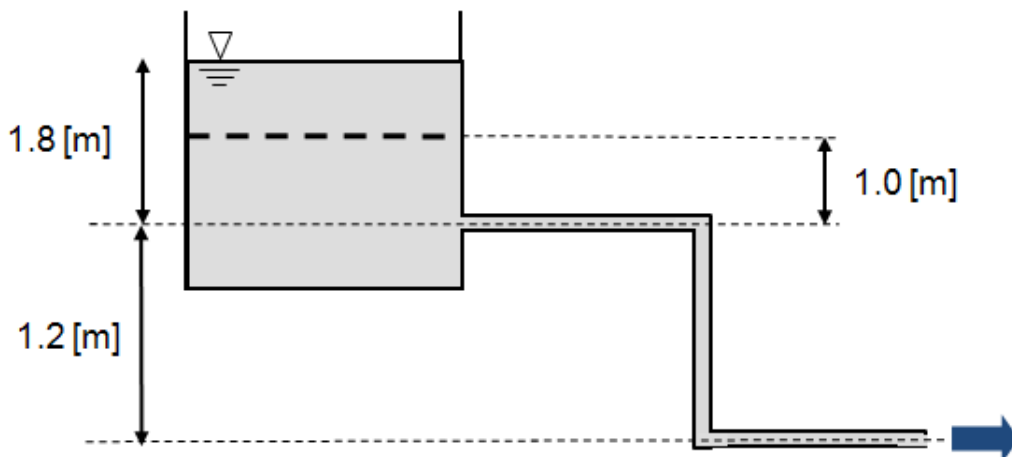
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 22 ΙΟΥΝΙΟΥ 2009

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Ανοικτή δεξαμενή ελαιουργείου περιέχει ελαιόλαδο πυκνότητας $820 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και έχει διάμετρο $D=2.6 \text{ [m]}$. Το ελαιόλαδο εκρέει από σωλήνα διαμέτρου $d=7.5 \text{ [cm]}$ και συνολικού μήκους 3.2 [m] , όπως φαίνεται στο σχήμα. Αρχικά η δεξαμενή έχει στάθμη 1.8 [m] και πρέπει να κατέβει στη στάθμη του 1.0 [m] (παχιά διακεκομμένη γραμμή στο σχήμα).

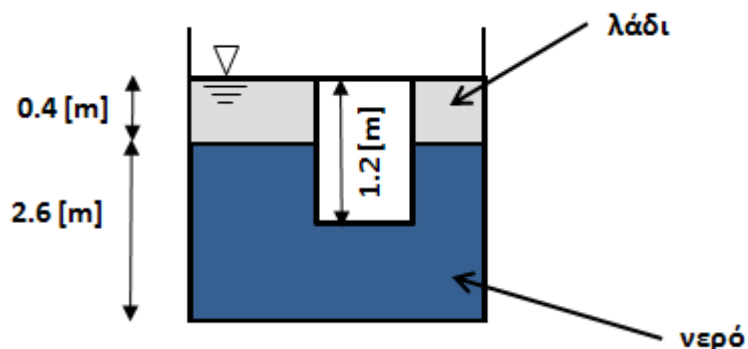
- (α) Με την υπόθεση ότι οι τριβές είναι αμελητέες, να υπολογίσετε το χρόνο για να κατέβει η στάθμη της δεξαμενής από τα 1.8 στο 1.0 [m] . (**2.5 μονάδες**)
- (β) Εάν ο συντελεστής τριβής του σωλήνα είναι 0.025 και ο συντελεστής απωλειών της γωνίας των 90° είναι $K_{90}=0.4$, να υπολογίσετε την παροχή σε $[\text{t/min}]$ αρχικά όταν η στάθμη είναι στα 1.8 [m] . (**1.0 μονάδα**)



2^ο ΘΕΜΑ (2.5 μονάδες):

Κυλινδρικό συμπαγές σώμα διαμέτρου D και ύψους 1.2 [m] είναι μόλις βυθισμένο σε δεξαμενή που περιέχει στρώμα λαδιού και νερού βάθους 0.4 [m] και 2.6 [m] , αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εάν η πυκνότητα του σώματος είναι $910 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και του νερού είναι $996 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, να υπολογίσετε:

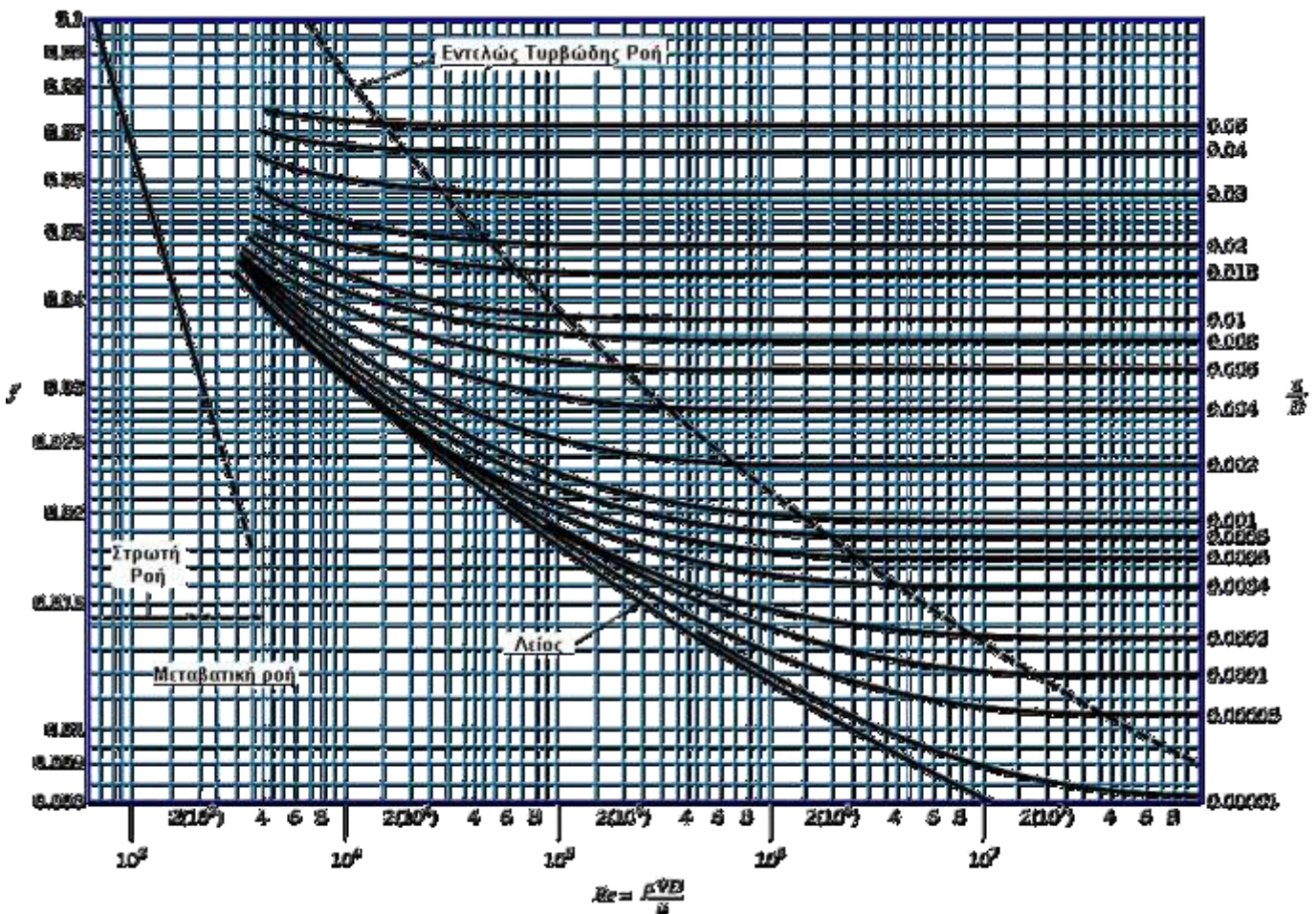
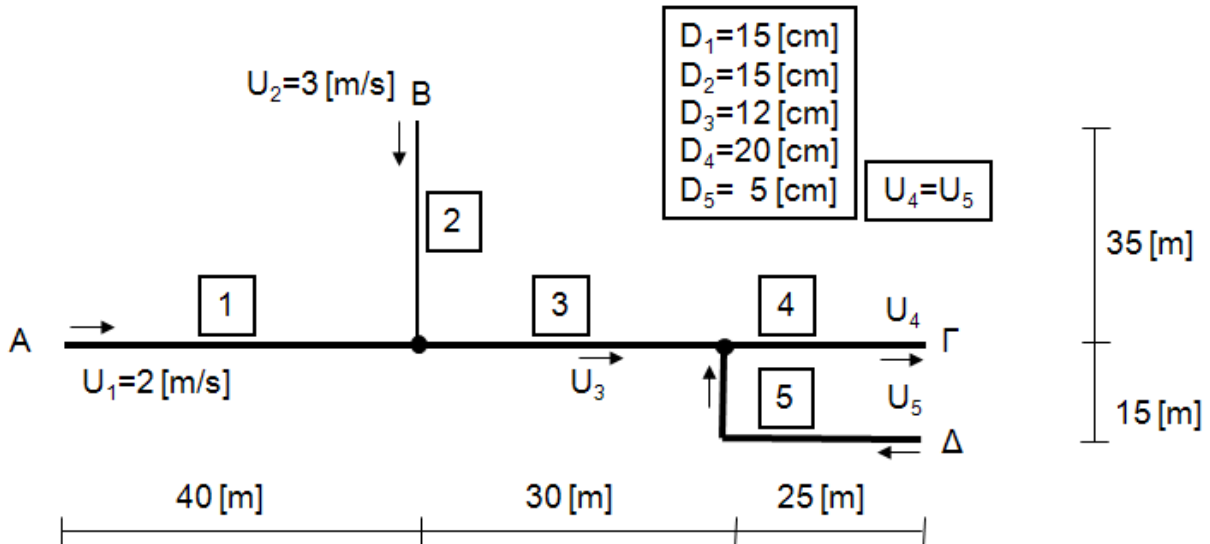
- (α) Την πυκνότητα του λαδιού. (**1.5 μονάδα**)
- (β) Την πίεση στο κάτω μέρος του σώματος. (**1.0 μονάδα**)



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, Β και Δ, διαρρέοντας τους κλάδους 1, 2 και 5, αντίστοιχα και εκρέει από το κύκλωμα από την έξοδο Γ. Οι ταχύτητες στους κλάδους 1 και 2 είναι 2.0 και 3.0 [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, καθώς και τις συνολικές σε όλο το δίκτυο, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας. Το κινηματικό ιξώδες του νερού είναι 0.000001 [m²/s].



QEMA 1

a) Bernoulli pratica ed. inpendente (1) con fluida cuilina (2):

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

apoi: $z_1 = 1.8 + 1.2 = 3.0 \rightarrow U_2 = \sqrt{2g \times 3.0} = 7.67 \text{ m/s}$
 z(2): $z_1' = 1.0 - 1.2 = -2.2 \rightarrow U_1' = \sqrt{2g \times 2.2} = 6.57 \text{ m/s} \Rightarrow \bar{U}_2 = 7.12 \text{ m/s}$

$$\bar{Q} = \bar{U}_2 \cdot A_2 = 7.12 \times \frac{\pi}{4} \times 0.075^2 = 0.031455 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t = \frac{V}{\bar{Q}} = \frac{\frac{\pi}{4} \times D^2 \times H}{\bar{Q}} = \frac{\frac{\pi}{4} \times 2.6^2 \times (1.8 - 1.0)}{0.031455} = 135.03 \text{ s} = \boxed{2 \text{ min } 15 \text{ sec}}$$

P) $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + f \frac{L}{d} \frac{U_2^2}{2g} + K \frac{U_2^2}{2g} \Rightarrow$

$$3.0 = \frac{U_2^2}{2 \times 9.81} \left(1 + 0.015 \frac{3.2}{0.075} + 2 \times 0.4 \right) \Rightarrow \underline{U_2 = 4.53 \text{ m/s}}$$

$$Q = U_2 \cdot A_2 = 4.53 \times \frac{\pi}{4} \times 0.075^2 = 0.0200 \text{ m}^3/\text{s} = \boxed{1200.8 \text{ lt/min}}$$

QEMA 2

a) $B = A_1 v_1 + A_2 v_2 \rightarrow e_1 \cdot v_1 \cdot g = e_2 \cdot v_2 \cdot g + e_v \cdot v_2 \cdot g \Rightarrow$

$$e_1 \cdot \frac{\pi}{4} D^2 L = e_2 \cdot \frac{\pi}{4} D^2 L_2 + e_v \cdot \frac{\pi}{4} D^2 L_2 \Rightarrow$$

$$910 \times 1.2 = e_1 \times 0.4 + 996 \times 0.8 \Rightarrow \boxed{e_1 = 738 \text{ kg/m}^3}$$

B) $P = (e_v \cdot L_v + e_1 \cdot L_1) g = (996 \times 0.8 + 738 \times 0.4) \times 9.81 = \boxed{10712.52 \text{ [Pa]}}$

QEMA 3

$$Q_1 = U_1 \cdot A_1 = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 0.15^2 = 0.03534 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = U_2 \cdot A_2 = 3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.15^2 = 0.05301 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 + Q_5 = Q_4 \Rightarrow 0.08835 + U_5 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 = U_5 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 \Rightarrow U_5 = U_4 = 3.00 \text{ m/s}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0.08835 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = 7.81 \text{ m/s}$$

α	L	D	U	Re	f	ΔH	
1	40	0.15	2.00	300000	0.0145	0.788	
2	35	0.15	3.00	450000	0.0135	1.445	
3	30	0.12	7.81	917200	0.0120	9.327	
4	25	0.20	3.00	600000	0.0130	0.745	
5	40	0.05	3.00	180000	0.0165	6.055	
						18.360	mH ₂ O

$$\Delta h = f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} \text{ mH}_2\text{O}$$

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

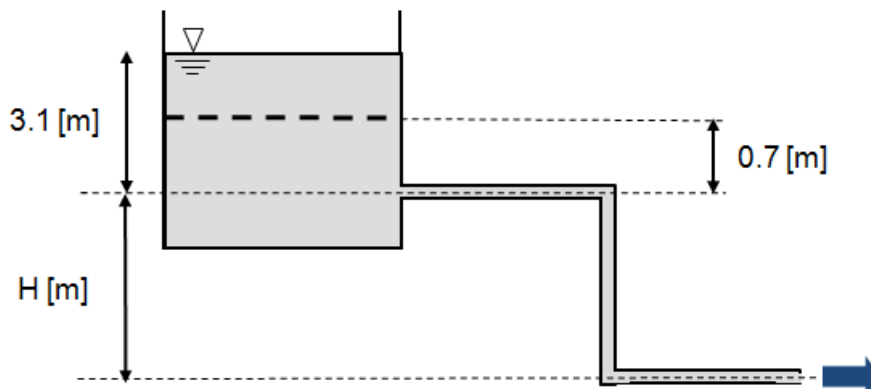
Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ
ΗΜ/ΝΙΑ: 15 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2009

- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Ανοικτή δεξαμενή ελαιουργείου περιέχει λάδι άγνωστης πυκνότητας και έχει διάμετρο $D=2.9$ [m]. Το ελαιόλαδο εκρέει από σωλήνα διαμέτρου $d=12.5$ [cm]. Αρχικά η δεξαμενή έχει στάθμη 3.1 [m] και πρέπει να κατέβει στη στάθμη του 0.7 [m] (παχιά διακεκομμένη γραμμή στο σχήμα). Να υπολογίσετε το απαιτούμενο ύψος H ώστε να κατεβεί η στάθμη της δεξαμενής από τα 2.1 στα 0.7 [m] ακριβώς σε 2 λεπτά της ώρας, εφόσον ισχύουν οι εξής υποθέσεις:

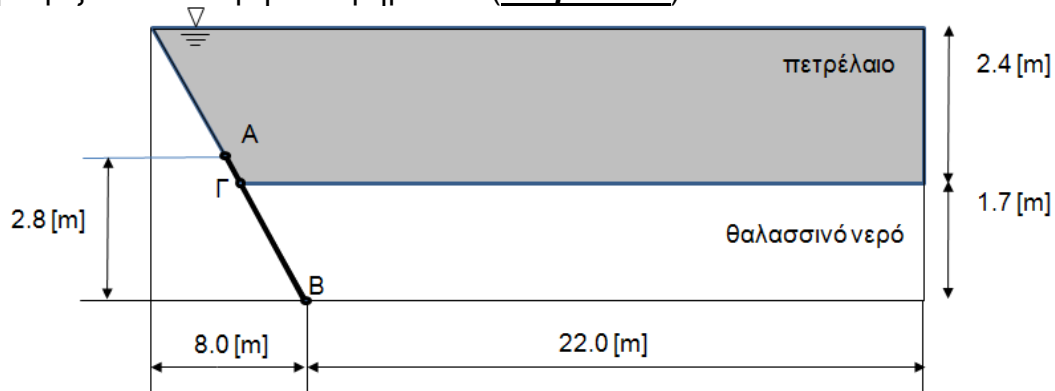
- (α) Οι τριβές είναι αμελητέες.
(β) Ο ρυθμός εκκένωσης της δεξαμενής παραμένει σταθερός και ίσος με την τιμή που αντιστοιχεί στη στάθμη των 2.1 [m].



2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

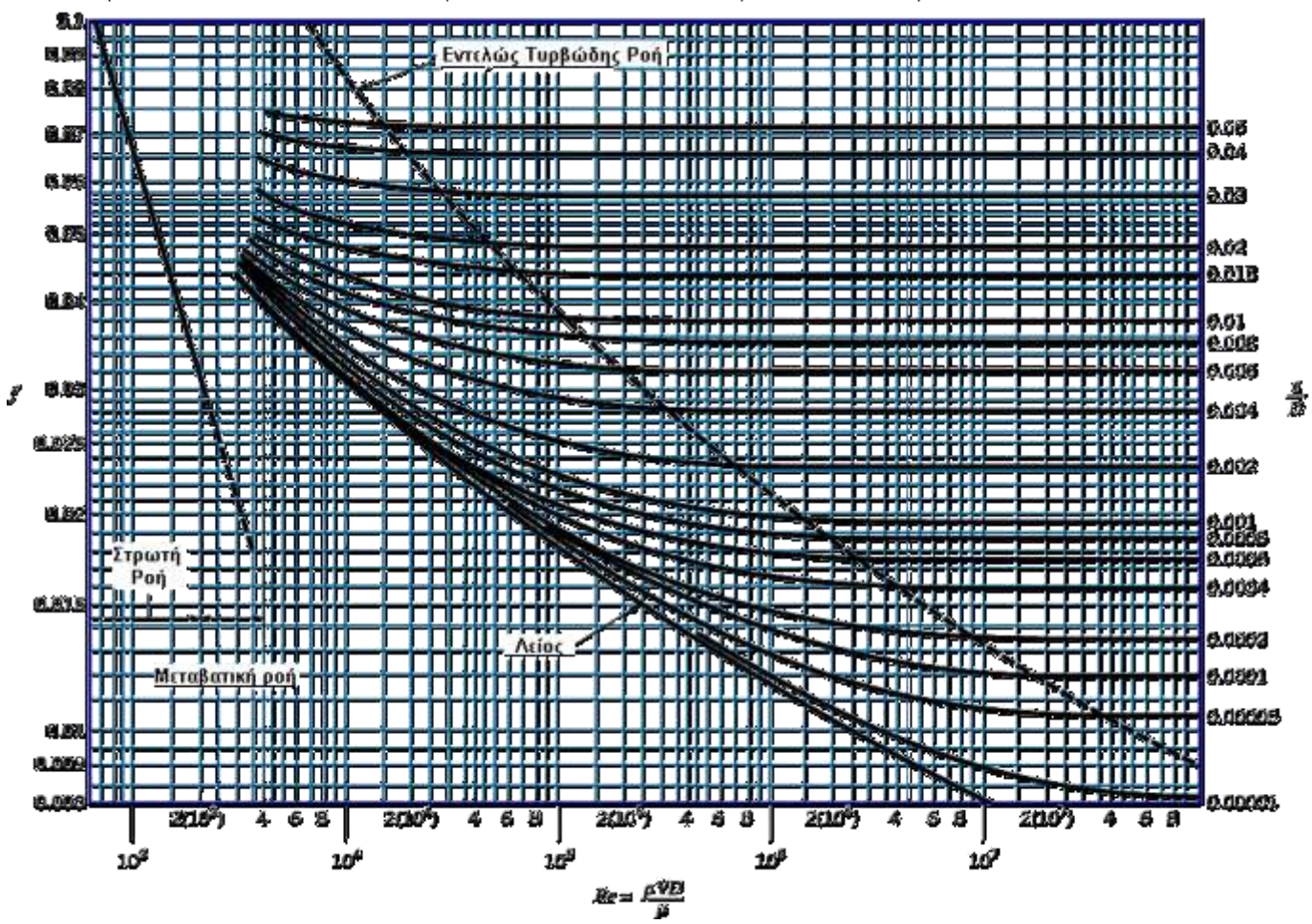
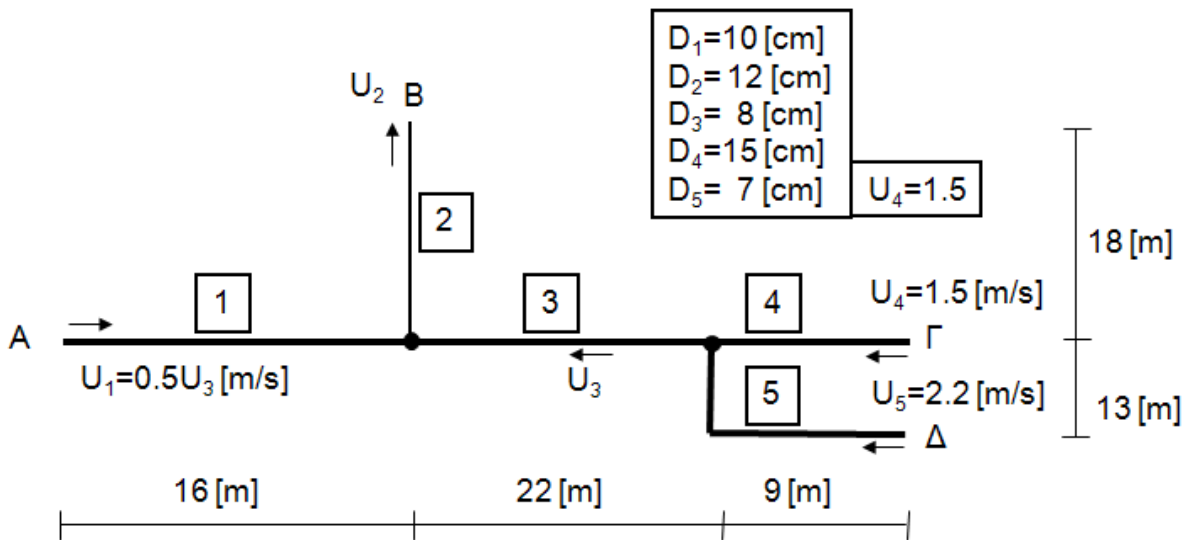
Ανοικτή δεξαμενή περιέχει στο κάτω μέρος της θαλασσινό νερό (πυκνότητας 1024 [kg/m³]) και στο πάνω μέρος της πετρέλαιο (πυκνότητας 875 [kg/m³]), όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο αριστερό κεκλιμένο πλευρικό τοίχωμα της δεξαμενής υπάρχει θυρίδα (τμήμα AB). Η δεξαμενή έχει πλάτος (κάθετα στο επίπεδο του χαρτιού) ίσο με 3.5 [m]. Να υπολογίσετε:

- (α) Την πίεση στα σημεία A και B. (**1.0 μονάδα**)
(β) Τη συνολική κατακόρυφη δύναμη στον πυθμένα. (**1.0 μονάδα**)
(γ) Την οριζόντια δύναμη στο τμήμα AG. (**1.0 μονάδα**)



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, Γ και Δ, διαρρέοντας τους κλάδους 1, 4 και 5, αντίστοιχα και εκρέει από το κύκλωμα από την έξοδο Β. Οι ταχύτητες στους κλάδους 4 και 5 είναι 1.5 και 2.2 [m/s], αντίστοιχα, ενώ ισχύει επίσης ότι $U_1=0.5U_3$. Οι κλάδοι 2, 3 και 5 έχουν τραχύτητα 0.03, 0.04 και 0.025 [mm], αντίστοιχα. Θεωρώντας τις τοπικές απώλειες αμελητέες, να υπολογίσετε τις γραμμικές απώλειες σε [mH₂O] σε κάθε κλάδο, καθώς και τις συνολικές σε όλο το δίκτυο, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας. Το δυναμικό ιξώδες του νερού είναι 0.001 [Pa s].



$$1) Q = \frac{V}{t} = \frac{(3.14 \cdot 0.7) \cdot \frac{\pi}{4} \times 9^2}{2 \times 60} = 4.205 \cdot 10^{-2} \pi \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q = \bar{U} \cdot A \Rightarrow U = \frac{Q}{A} = \frac{4.205 \cdot 10^{-2} \pi}{\frac{\pi}{4} \times 0.125^2} = 10.7648 \text{ (m/s)}$$

- 1: section de l'équation
- 2: Equations continues

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

$$P_1 = P_2 = P_{atm}$$

$$z_1 = 2.1 + H$$

$$z_2 = 0$$

$$\rho \gamma (3.1 + H) = \frac{1}{2} \rho (10.7648)^2 \Rightarrow H = 2.81 \text{ (m)}$$

$$2) \alpha) h_A = 2.4 + 1.7 - 2.8 = 1.3 \text{ m (ansur au d. initial)}$$

$$P_A = \rho \cdot g \cdot h_A = 875 \times 9.81 \times 1.3 = 11158.88 \text{ (Pa)}$$

$$P_B = \rho_n \cdot g \cdot h_n + \rho_v \cdot g \cdot h_v = 9.81 \times (875 \times 2.4 + 1024 \times 1.7) = 37676.25 \text{ (Pa)}$$

$$\beta) F_{ind} = P_{ind} \times A_{ind} = 37676.25 \times (22 \times 3.5) = 2901.2 \text{ (kN)}$$

$$\gamma) F = \rho \cdot g \cdot h = \rho \cdot g \cdot (2.4 - 1.3) = 8583.15 \text{ (N/m}^2)$$

$$A = 3.5 \times (2.4 - 1.3) = 3.85 \text{ m}^2$$

$$F = 8583.15 \times 3.85 = 32845.13 \text{ (N)}$$

$$3) \text{ Ecoulement non visqueux}$$

$$\text{Système A: } Q_4 + Q_5 = Q_3 \Rightarrow U_4 A_4 + U_5 A_5 = U_3 A_3 \Rightarrow 1.5 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0.15^2 + 2.2 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0.08^2 = U_3 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0.08^2 \Rightarrow U_3 = 6.96 \text{ (m/s)}$$

$$\text{Système B: } Q_3 + Q_1 = Q_2 \Rightarrow U_3 A_3 + U_1 A_1 = U_2 A_2 \Rightarrow 6.96 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0.08^2 + (0.5 \times 6.96) \times \frac{\pi}{4} \cdot 0.15^2 = U_2 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0.12^2 \Rightarrow U_2 = 5.51 \text{ (m/s)}$$

Identi.	U (m/s)	Re	ϵ/D	L	D	f (Mudr)	$f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g}$ (m)
1	3.48	348000	2e-05	16	0.10	0.0150	1.48
2	5.51	661200	0.00025	18	0.12	0.0155	3.60
3	6.96	556800	0.00050	22	0.08	0.0185	12.56
4	1.50	225000	1e-05	9	0.15	0.0155	0.11
5	2.20	154000	0.00036	22	0.07	0.0185	1.43
							19.18

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ..... Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 25 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2010

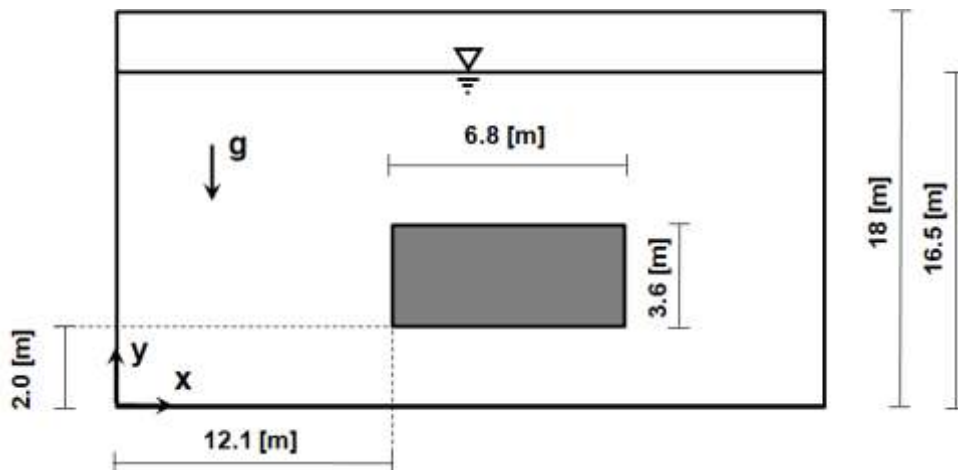
- Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες.
- Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε.
- Η εκφώνηση πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο σχήμα φαίνεται κατακόρυφη επιφάνεια δεξαμενής πετρελαίου συνολικού ύψους 18 [m]. Η ελεύθερη στάθμη του πετρελαίου βρίσκεται σε ύψος 16.5 [m] από τον πυθμένα της δεξαμενής. Η πυκνότητα του πετρελαίου είναι $870 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, ενώ το κινηματικό ιξώδες του είναι $3 \times 10^{-6} \text{ [m}^2\text{/s]}$. Για το γραμμοσκιασμένο τμήμα της κατακόρυφης επιφάνειας της δεξαμενής, υπολογίστε:

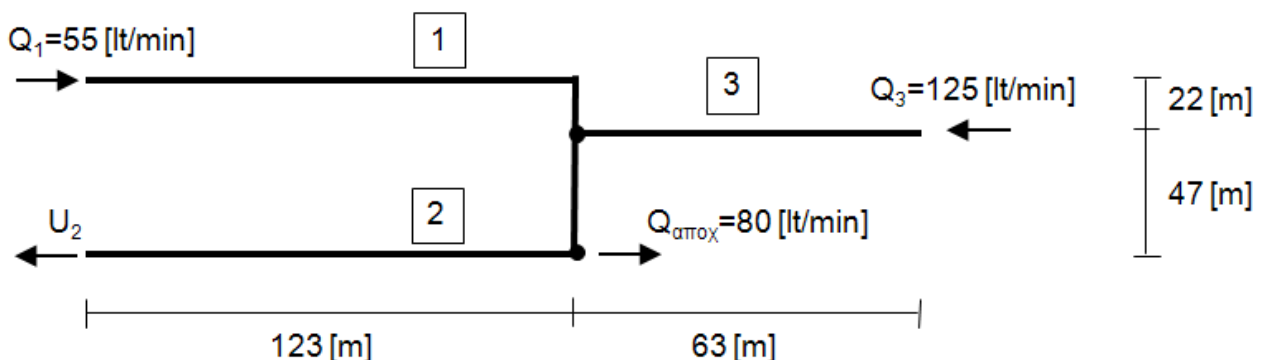
(α) Το μέγεθος της οριζόντιας δύναμης σε [kN]. (1.5 μονάδες)

(β) Το κέντρο πίεσης αναφορικά με το σύστημα συντεταγμένων του σχήματος. (1.5 μονάδες)



2^ο ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

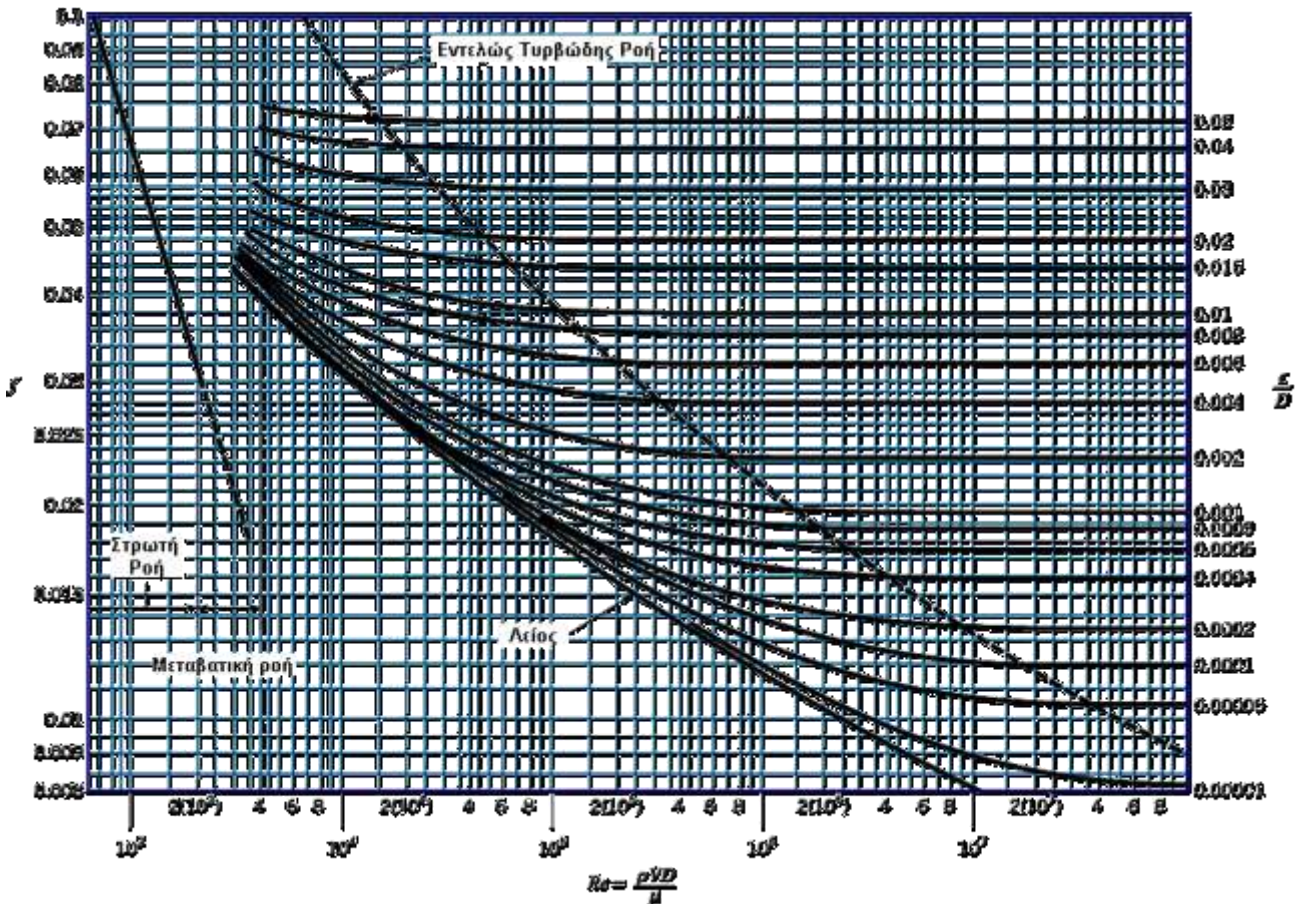
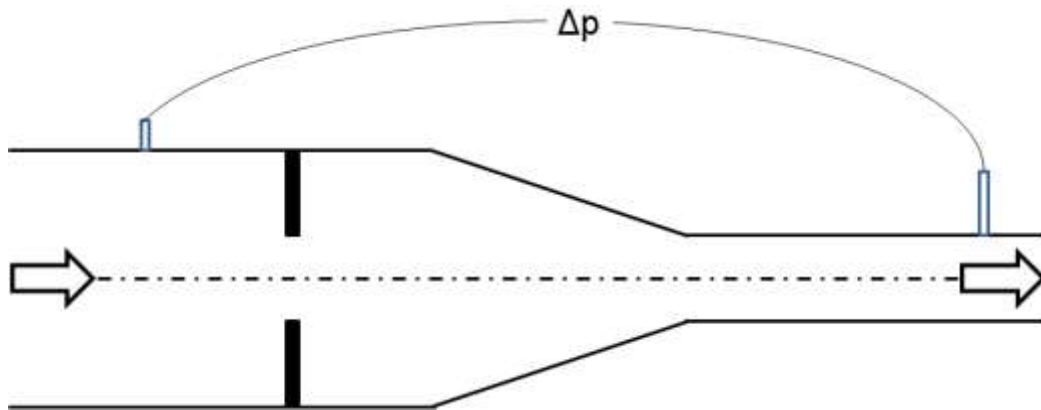
Στο δίκτυο του σχήματος, το νερό εισέρχεται από τις εισόδους των κλάδων 1 και 3 με παροχή 55 και 125 [lt/min], αντίστοιχα, ενώ εξέρχεται από την αποχέτευση (βλ. σχήμα) με παροχή 80 [lt/min] και από την έξοδο του κλάδου 2 με ταχύτητα U_2 . Οι διαμέτροι των κλάδων 1, 2 και 3, είναι 4 [cm], 2 [cm] και 3 [cm], αντίστοιχα, ενώ η τραχύτητά τους είναι 0.08, 0.03 και 0.3 [mm], αντίστοιχα. Εάν αμεληθούν οι τοπικές απώλειες πίεσης, να υπολογίσετε τις γραμμικές απώλειες πίεσης σε κάθε κλάδο του δικτύου.



3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο σχήμα φαίνεται ροόμετρο τύπου διαφράγματος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της παροχής σε υδραυλικά συστήματα, με βάση τη διαφορά της στατικής πίεσης Δp μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του ροομέτρου. Στα σημεία μέτρησης της στατικής πίεσης, αυτή θεωρείται ότι είναι η ίδια σε όλη τη διατομή του αγωγού. Η διάμετρος στην είσοδο του ροομέτρου είναι 12.5 [cm] και το ρευστό είναι νερό θερμοκρασίας 20 [°C].

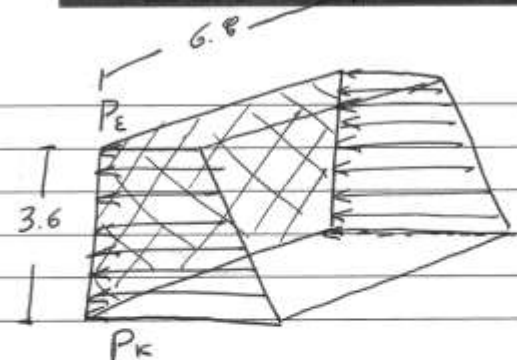
- (α) Θεωρώντας τις τριβές αμελητέες, υπολογίστε τη διάμετρο στην έξοδο εάν η παροχή είναι 18 [lt/s] και η διαφορά πίεσης $\Delta p = 0.28$ [bar]. **(2.0 μονάδες)**
- (β) Εάν ληφθούν υπόψη οι τριβές και η πτώση πίεσης είναι $\Delta p = 0.34$ [bar] για παροχή 18 [lt/s], υπολογίστε το συντελεστή τριβής του ροομέτρου, βασισμένο στην ταχύτητα εισόδου. **(1.0 μονάδα)**





Θεμα 1^ο

α) Η δύναμη προσβολής από τον αέρα τα πτερύγια η F_α.
Η πίεση στο αέριο υψία είναι ίση με:



$$P_x = \rho \cdot g \cdot h_x = 870 \times 9.81 \times (16.5 - 2.0) = 123753.15 \text{ [Pa]}$$

Η πίεση στο αέριο βάθος είναι ίση με:

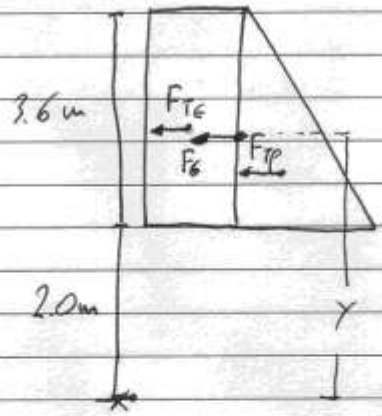
$$P_z = \rho \cdot g \cdot h_z = 870 \times 9.81 \times (16.5 - 2.0 - 3.6) = 93028.23 \text{ [Pa]}$$

$$F = V_{\text{πτερύγια}} \cdot \rho \cdot g \cdot h_{\text{μέση}} = 0.5 \cdot (123753.15 + 93028.23) \times 3.6 \times 6.8 = 2653404.09 \text{ [N]} = \boxed{2653.40 \text{ [kN]}}$$

β) Το κέντρο πίεσης, λόγω συμμετρίας, θα βρεθεί αναγκαστικά με την οριζόντια θέση στα μισά του πλάτους της ελπίδας, δηλαδή:

$$x_p = 12.1 + \frac{6.8}{2} = \boxed{15.5 \text{ m}}$$

Η κατακόρυφη θέση του κέντρου πίεσης από κοπή στα ποσών, αναγκαστικά με τον άξονα των x είναι:



F_{Fe}: συνολική δύναμη = 2653404.09 [N]
 F_{Fe}: δύναμη "επιπέδων" υψιάς = 93028.23 × 3.6 × 6.8 = 2277331.07
 F_{Fp}: -" " "υψώνων" -" = $\frac{(123753.15 - 93028.23) \times 3.6 \times 6.8}{2} = 376071.02$

$$F_0 \cdot y_p = F_{Fe} \times (2.0 + \frac{3.6}{2}) + F_{Fp} \times (2.0 + \frac{3.6}{3}) \Rightarrow$$

$$2653404.09 \times y_p = 2277331.07 \times 3.8 + 376071.02 \times 3.2 \Rightarrow$$

$$\boxed{y_p = 3.7150 \text{ m}}$$

Θεμα 2^ο

$$U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = U_1 = \frac{\frac{55}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times 0.04^2} = 0.7295 \text{ m/s}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = U_3 = \frac{\frac{125}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times 0.03^2} = 2.9473 \text{ m/s}$$

$$Q_2 = Q_1 + Q_3 - Q_{\text{απορ}} = 125 + 55 - 80 = 100 \text{ lt/min}$$

$$U_{2, \text{in}} = \frac{Q_{2, \text{in}}}{A_2} = \frac{\frac{125+55}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times 0.02^2} = 9.5493 \text{ m/s} \quad | \quad U_{2, \text{out}} = \frac{Q_{2, \text{out}}}{A_2} = \frac{\frac{100}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times 0.02^2} = 5.3052 \text{ m/s}$$



$$Re = \frac{U \cdot D}{\nu} [-], \quad h_L = f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} [m]$$

α/α	L(m)	D(m)	U(m/s)	ϵ/D	Re	f	$h_L [m]$
1	145	0.04	0.7295	0.002	29180	0.0285	2.80
2 _{in}	123	0.02	9.5493	0.0015	190986	0.0225	642.13
2 _{out}	47	0.02	5.3052	0.0015	106104	0.0240	80.71
3	63	0.03	2.9473	0.010	88419	0.0380	35.33
Σ h _{tot} :							762.17

QEMA 3^e

a) $P_2 < P_1$ água em regime em regime (Bernoulli)
 1: eixo do tubo, 2: eixo do tubo

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 \quad (1) \quad (\text{Bernoulli em } 1 \rightarrow 2)$$

$$U_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{\frac{18}{1000}}{\frac{\pi}{4} \times 0.125^2} = 1.4668 \text{ m/s}$$

$$U_2 = \frac{Q}{A_2} \Rightarrow A_2 = \frac{Q}{U_2} \Rightarrow \frac{\pi}{4} D_2^2 = \frac{Q}{U_2} \Rightarrow D_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi U_2}} \quad (2)$$

$Q = Q_1 = Q_2$ água em regime incompressível em tubo.

$$(1) \quad U_2 = \sqrt{\frac{(P_1 - P_2) + \frac{1}{2} \rho U_1^2}{\frac{1}{2} \rho}} = \sqrt{\frac{0.26 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 1.4668^2}{\frac{1}{2} \times 1000}} = 7.5807 \text{ m/s}$$

$$(2) \quad D_2 = \sqrt{\frac{4 \times \frac{18}{1000}}{\pi \times 7.5807}} = 0.05498 \text{ m} = \boxed{5.50 \text{ cm}}$$

β) $P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho U_2^2 + K_f \frac{\rho U_1^2}{2} \Rightarrow (U_1, U_2 \text{ em regime incompressível})$

$$K_f = \frac{(P_1 - P_2) + \frac{1}{2} \rho (U_1^2 - U_2^2)}{\rho \frac{U_1^2}{2}} = \frac{0.26 \times 10^5 + 500(1.4668^2 - 7.5807^2)}{500 \times 1.4668^2} = \boxed{5.90}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ..... Α.Μ.....

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 8 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2010

Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες. Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε. Η παρούσα εκφώνηση **πρέπει να παραδοθεί** οπωσδήποτε μαζί με το γραπτό.

1° ΘΕΜΑ (2.0 μονάδες):

Σώμα σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου έχει μήκος, πλάτος και ύψος **2.3**, **1.2** και **0.8 [m]**, αντίστοιχα. Το σώμα είναι συμπαγές και το υλικό του έχει πυκνότητα **1560 [kg/m³]**. Το σώμα βρίσκεται στον πυθμένα ανοικτής δεξαμενής γεμάτης με νερό πυκνότητας **1005 [kg/m³]**. Υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής αέρα μέσα στο σώμα, ο οποίος θα του αυξήσει τον όγκο αυξάνοντας μόνο το ύψος του. Υπολογίστε το ελάχιστο ύψος του σώματος μετά την εισαγωγή της απαραίτητης ποσότητας αέρα, ώστε αυτό να μπορέσει να ανέβει στην επιφάνεια της δεξαμενής.

2° ΘΕΜΑ (1.0 μονάδα):

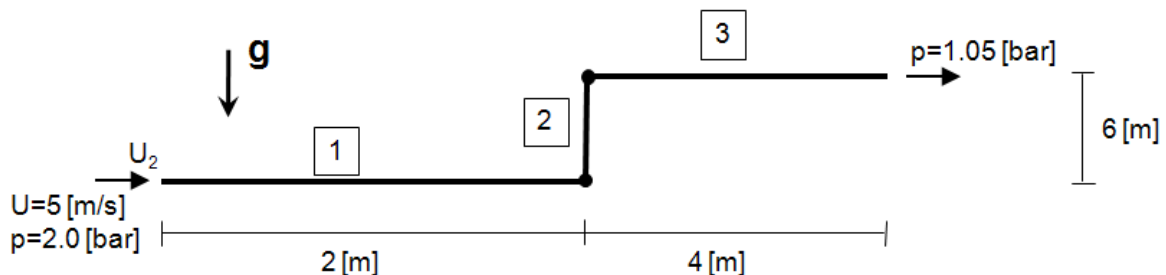
Βάνα σε σωλήνα που διαρέεται από νερό ταχύτητας **2 [m/s]**, προκαλεί απώλειες πίεσης **0.0425 [bar]**. Υπολογίστε τον συντελεστή απωλειών της βάνας. Εάν η βάνα διαρέεται από υγρό πυκνότητας **850 [kg/m³]** με ταχύτητα **5 [m/s]**, υπολογίστε τις απώλειες.

3° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Στο σχήμα φαίνεται δίκτυο σωληνώσεων όπου ρέει νερό. Το δίκτυο χωρίζεται σε τρία επιμέρους ευθύγραμμα τμήματα, τα 1, 2 και 3, διαμέτρου **5**, **6** και **7 [cm]** αντίστοιχα. Στην είσοδο του δικτύου το νερό εισέρχεται με ταχύτητα **5 [m/s]** ενώ η στατική πίεση είναι **2 [bar]** και αφού διατρέξει τα επιμέρους τμήματα εξέρχεται από το τέλος του τμήματος 3 και σε περιβάλλον πίεσης **1.05 [bar]**.

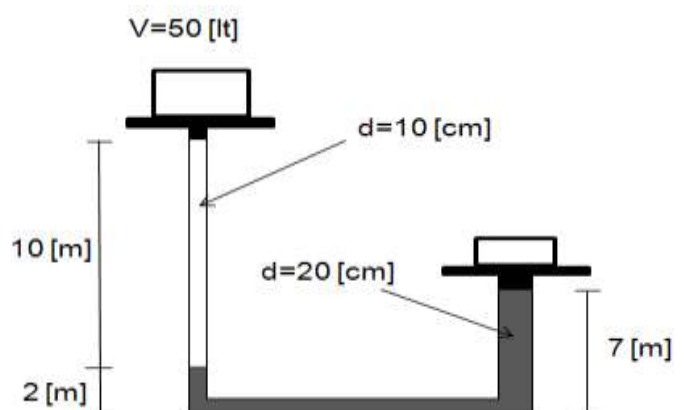
(α) Υπολογίστε τις συνολικές απώλειες τριβής του δικτύου σε [Pa]. (2.0 μονάδες)

(β) Εάν οι συντελεστές τριβής των επιμέρους ευθυγραμμων τμημάτων 1, 2 και 3 είναι **0.024**, **0.032** και **0.028**, υπολογίστε τις τοπικές απώλειες του δικτύου. (2.0 μονάδες)

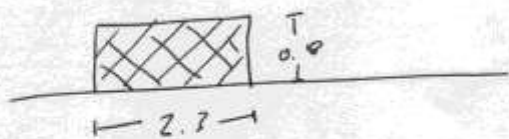


4° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο σχήμα φαίνεται υδραυλική πρέσσα σε ισορροπία. Το αριστερό σκέλος της (διαμέτρου **10 [cm]**) περιέχει νερό ύψους **10 [m]**, ενώ το υπόλοιπο είναι πληρωμένο με έλαιο πυκνότητα **2500 [kg/m³]**. Το δεξί σκέλος της πρέσσας έχει διάμετρο **20 [cm]**. Στην πρέσσα είναι τοποθετημένα δύο σώματα από το ίδιο υλικό πυκνότητας **1200 [kg/m³]**. Το σώμα στα αριστερά έχει όγκο **50 [lt]**. Να υπολογίσετε τον όγκο του σώματος στα δεξιά.



1 $\frac{V}{g}$



$$B = V_c \cdot \rho_c \cdot g \quad V_c = 2.3 \times 1.2 \times 0.8 = 2.208 \text{ m}^3$$

$$A = V_c \cdot \rho_a \cdot g$$

$$B = 2.208 \times 1560 \times 9.81 = 33790.35 \text{ [N]}$$

$$A = 2.208 \times 1005 \times 9.81 = 21768.78 \text{ [N]} < B$$

Όταν ακινητά η άραβος θα είναι: $B = A' \Rightarrow 33790.35 = V_c' \times 1005 \times 9.81 \Rightarrow V_c' = 3.4273 \text{ m}^3$

$$V_c' = 2.3 \times 1.2 \times h \Rightarrow \boxed{h = 1.2418 \text{ m}}$$

2 $\Delta p = K \cdot \frac{eU^2}{2}$

α) $0.0425 \times 10^5 = K \cdot \frac{1000 \times 2^2}{2} \Rightarrow \boxed{K = 2.125}$

β) $\Delta p = 2.125 \times \frac{850 \times 5^2}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta p = 22578.125 \text{ [Pa]}}$

3 $P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = P_3 + \frac{1}{2} \rho U_3^2 + \gamma z_3 + \Delta P_{\text{ολόκληρη}}$

1: αρχή, 3: τέλος

$$200000 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 5^2 + 9810 \times 0 = 105000 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 2.55^2 + 9810 \times 6 + \Delta P \Rightarrow \boxed{\Delta P = 45388.75 \text{ [Pa]}}$$

$$= 4.63 \text{ [cm]}$$

$Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0.009817 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = U_1 \cdot A_1 = 5 = \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 \times U_1 \Rightarrow U_1 = 3.125 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$Q = U_2 \cdot A_2 = U_2 \times \frac{\pi}{4} \times 0.06^2 = 3.125 \times 10^3 \Rightarrow U_2 = 3.47$$

$$Q = U_3 \cdot A_3 = U_3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.07^2 = 3.125 \times 10^3 \Rightarrow U_3 = 2.55$$

$$\Delta P_{\text{ff}} = \sum f \frac{L}{D} \frac{\rho U^2}{2} = f_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{\rho U_1^2}{2} + f_2 \frac{L_2}{D_2} \frac{\rho U_2^2}{2} + f_3 \frac{L_3}{D_3} \frac{\rho U_3^2}{2}$$

$$= 0.024 \times \frac{2}{0.05} \times \frac{1000 \times 5^2}{2} + 0.032 \times \frac{6}{0.06} \times \frac{1000 \times 3.47^2}{2} + 0.028 \times \frac{4}{0.07} \times \frac{1000 \times 2.55^2}{2} = 36467.44 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\text{τοπ}} = \Delta P_{\text{ολ}} - \Delta P_{\text{ff}} \Rightarrow \Delta P_{\text{τοπ}} = 45388.75 - 36467.44 = \boxed{8921.31 \text{ [Pa]}}$$

4 Στο σημείο του $z = 2 \text{ m}$, η πίεση είναι η ίδια και στα δύο πόδια της ηφύρας.

$$P_a = P_b \Rightarrow P_{\text{ολ}a} + \rho_a \cdot g \cdot h_a = P_{\text{ολ}b} + \rho_b \cdot g \cdot h_b \Rightarrow$$

$$74942.88 + 1000 \times 9.81 \times 10 = 374714.4 \text{ Vs} + 2500 \times 9.81 \times (7-2) \Rightarrow$$

$$\boxed{V_b = 0.1346 \text{ m}^3} = 134.6 \text{ [L]}$$

$$P_{Ba} = \frac{B_a}{A_a} = \frac{V_a \cdot \rho_a \cdot g}{\frac{\pi}{4} \times D_a^2} = \frac{0.05 \times 1200 \times 9.81}{\frac{\pi}{4} \times 0.10^2} = 74942.88 \text{ [Pa]}$$

$$P_{Bs} = \frac{B_s}{A_s} = \frac{V_s \cdot \rho_s \cdot g}{\frac{\pi}{4} \times D_s^2} = \frac{V_s \times 1200 \times 9.81}{\frac{\pi}{4} \times 0.20^2} = 374714.40 - V_s$$

