



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, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

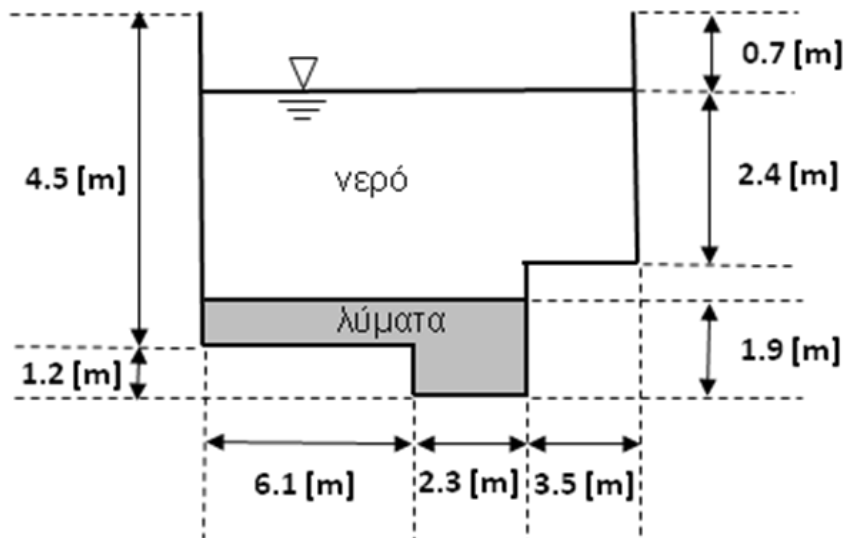
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 22 ΙΟΥΝΙΟΥ 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 (3.0 μονάδες):

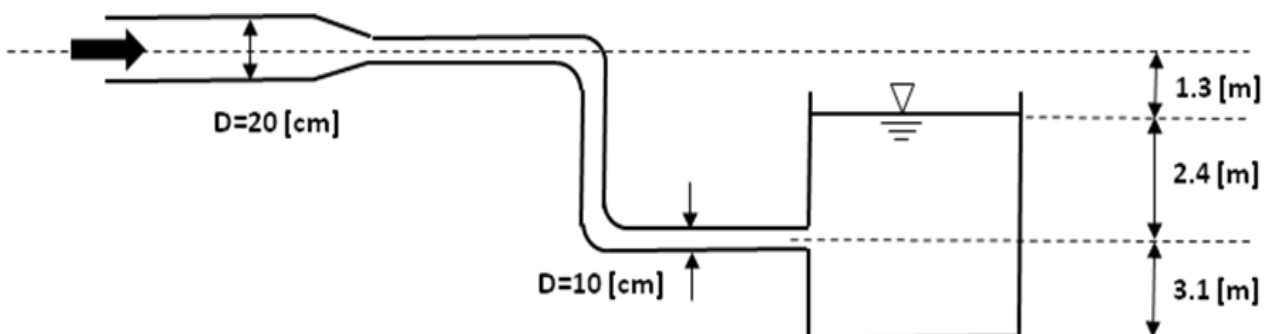
Δεξαμενή καθίζησης, σταθερού πλάτους 6 [m] (κάθετα στο σχήμα), χρησιμοποιείται σε βιομηχανική περιοχή για το διαχωρισμό των βαρέων υγρών λυμάτων. Το υγρό μίγμα παραμένει στη δεξαμενή ικανό χρόνο για να διαχωριστούν τα υγρά λύματα από το καθαρό νερό στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Τα υγρά λύματα έχουν πυκνότητα $1085 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. Να υπολογίσετε τη συνολική κατακόρυφη δύναμη που δέχονται τα τοιχώματα της δεξαμενής.



2° ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

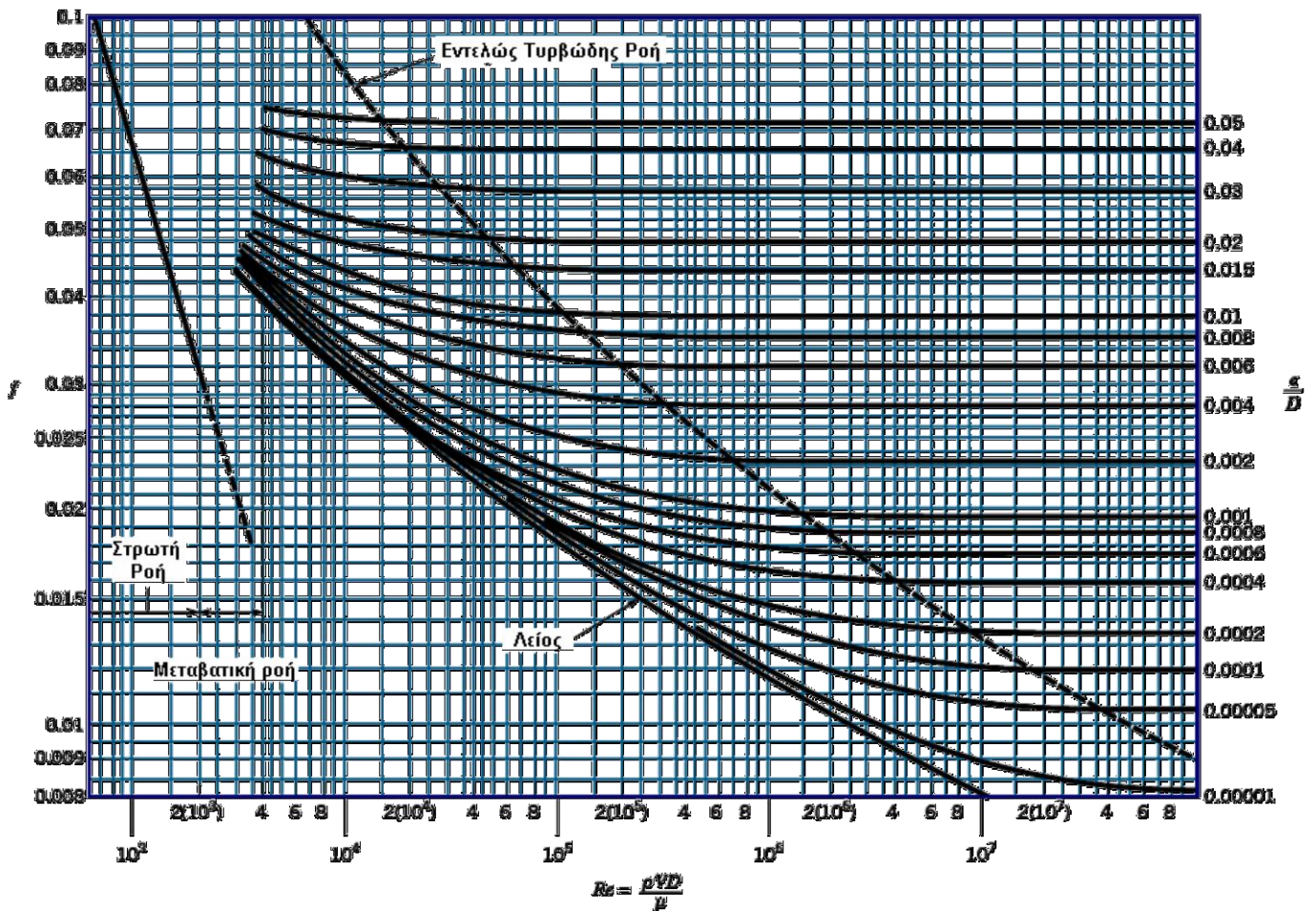
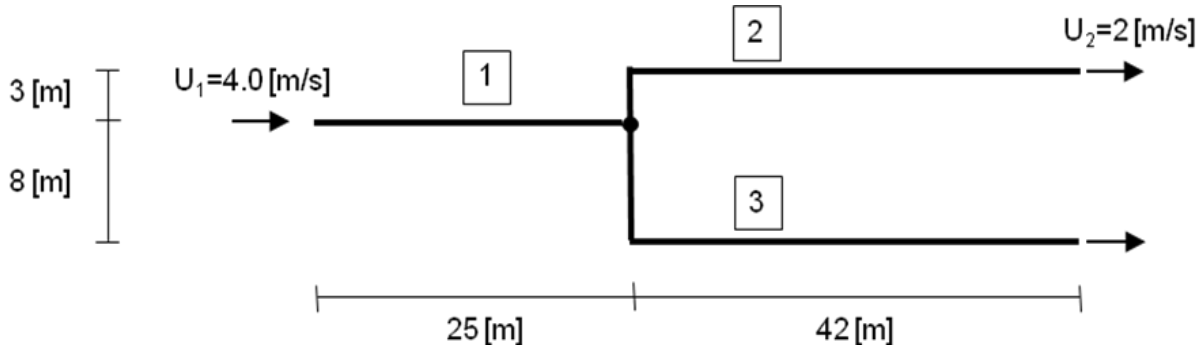
Νερό ρέει σε αγωγό διάμετρου 20 [cm], ενώ μετά τη στένωση και μέχρι την ανοικτή δεξαμενή όπου αυτός καταλήγει, η διάμετρος γίνεται 10 [cm]. Η απόλυτη πίεση στην είσοδο του αγωγού είναι 0.85 [bar]. Να υπολογίσετε:

- (α) Την παροχή του αγωγού στην αρχή του σε [lt/min] (**2.0 μονάδες**).
(β) Την πίεση στη σύνδεση του αγωγού με τη δεξαμενή. (**2.0 μονάδες**).



3^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος νερό εισέρχεται από αριστερά στον αγωγό 1 και διακλαδίζεται στους αγωγούς 2 και 3 πριν εξέλθει εκτός δικτύου. Οι διαμέτροι των αγωγών 1, 2 και 3 είναι 15, 12 και 23 [cm], αντίστοιχα, ενώ η τραχύτητα των αγωγών 2 και 3 είναι 0.03 και 0.2 [mm], αντίστοιχα, ενώ ο αγωγός 1 είναι λείος. Θεωρώντας τις τοπικές απώλειες τριβής ως αμελητέες, να υπολογίσετε τις συνολικές απώλειες τριβής του δικτύου σε [m]. Στο κάτω μέρος της σελίδας σας δίνεται το διάγραμμα Moody.



Όλετα 1

- Απώστει οπίσθιο τοίχωμα, μήκος 6.1 [m].

$$A_a = 6.1 \times 6 = 36.6 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P_a = \rho_v \cdot g \cdot h_v + \rho_a \cdot g \cdot h_a \left[1000 \times (2.4 + 0.7) + 1085 \times (1.9 - 1.0) \right] \times 9.81 = 37861.70 \text{ [Pa]}$$

$$F_a = P_a \cdot A_a = 37861.70 \times 36.6 = 1385.74 \text{ [kN]}$$

- Μέσαιο οπίσθιο τοίχωμα, μήκος 2.3 [m]

$$A_p = 2.3 \times 6 = 13.8 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P_p = \rho_v \cdot g \cdot h_v + \rho_a \cdot g \cdot h_a = \left[1000 \times (2.4 + 0.7) + 1085 \times 1.9 \right] \times 9.81 = 50634.72 \text{ [Pa]}$$

$$F_p = P_p \cdot A_p = 50634.72 \times 13.8 = 698.75 \text{ [kN]}$$

- Δεξιό οπίσθιο τοίχωμα, μήκος 3.5 [m]

$$A_d = 3.5 \times 6 = 21 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P_d = \rho_v \cdot g \cdot h_v = 1000 \times 9.81 \times 2.4 = 23544.00 \text{ [Pa]}$$

$$F_d = P_d \cdot A_d = 23544 \times 21 = 494.42 \text{ [kN]}$$

Συνολική δύναμη (κατακόρυφη): $F_{\text{ρω}} = F_a + F_p + F_d = 2578.91 \text{ [kN]}$

ενισχυτο αγωγός για το 2: 6cm κύβερου

Όλετα 2

- 1: είσοδος
- 2: κύβερου
- 3: εξ. αγωγός

α) Bernoulli 1 → 3:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho U_1^2 + \gamma z_1 = P_3 + \frac{1}{2} \rho U_3^2 + \gamma z_3 \Rightarrow$$

$$0.85 \times 10^5 + 500 U_1^2 + 9810 \times 3.7 = 1.01315 \times 10^5 + 0 + 9810 \times 2.4 = 1$$

$$U_1 = 2.6728 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 0.85 \text{ bar}$$

$$P_3 = 1.01315 \text{ bar}$$

$$U_3 = \emptyset, z_1 = 3.7 \text{ [m]}, z_3 = 0 \text{ [m]}$$

$$Q = U_1 \cdot A_1 = 2.6728 \times \frac{\pi}{4} \times 0.1^2 = 0.08397 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= (\times 60000) = 5038.16 \text{ [lt/min]}$$

β) Bernoulli 1 → 2:

Απώστει ύψος

$$U_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.08397}{\frac{\pi}{4} \times 0.1^2} = 10.6913 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 0.85 \text{ bar}$$

$$U_1 = 2.6728, z_1 = 3.7$$

$$U_2 = 10.6913, z_2 = \emptyset$$

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

$$0.85 \times 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 2.6728^2 + 9810 \times 3.7 = P_2 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 10.6913^2 + 0$$

$$P_2 = 67716.98 \text{ [Pa]}$$

$$= 0.68 \text{ [bar]}$$

Αρχική διαρροή
στο λάβαο

3^o Oefo:

ADM ass xipbo diar dailwans: $Q_1 = Q_2 + Q_3 \Rightarrow \frac{\pi}{4} D_1^2 U_1 = \frac{\pi}{4} D_2^2 U_2 + \frac{\pi}{4} D_3^2 U_3 \Rightarrow$
 $0.15^2 \times 4 = 0.12^2 \times 2 + 0.23^2 \times U_3 \Rightarrow U_3 = 1.1569 \text{ m/s}$

Kidib	D [m]	L [m]	U [m/s]	Re	ϵ/D	f	h [m]	
1	0.15	25	4.0	600000	-	0.013	1.7669	
2	0.12	3+42=45	2.0	240000	0.00025	0.017	1.2997	
3	0.23	8+12=20	1.1569	266037	0.00037	0.020	0.2966	
							$\Sigma h =$	3.3632 [m]

$$h = f \frac{L}{D} \cdot \frac{U^2}{2g}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot D}{\mu}$$

$$\mu = 10^{-3} \text{ (kg/(m.s))}$$

$$\rho = 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

dpa $Re = 10^6 \cdot (U \cdot D)$ ya to ucpo

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ..... Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

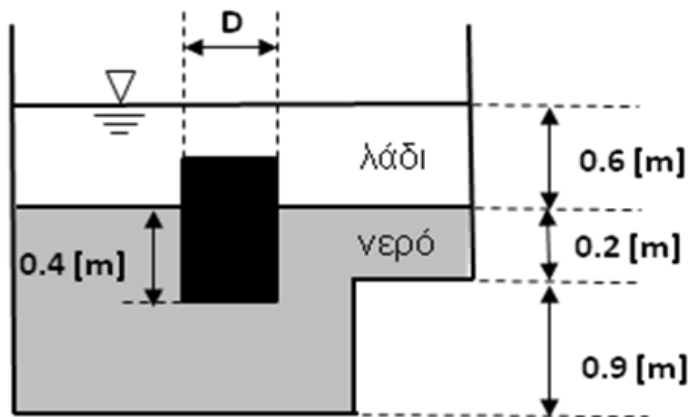
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 14 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 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^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

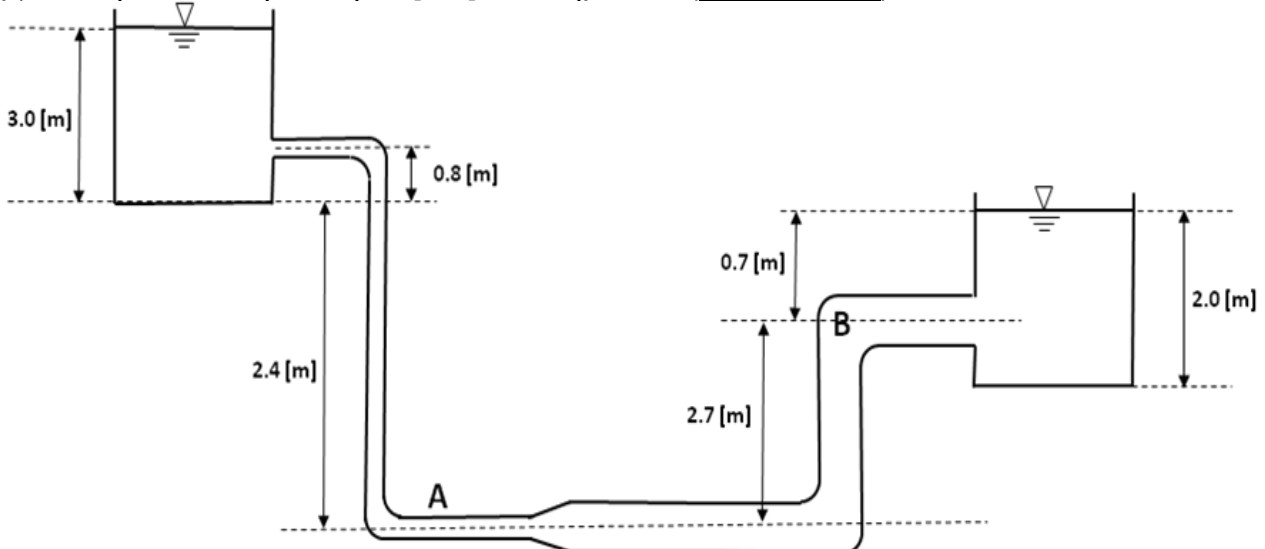
Δεξαμενή περιέχει νερό, ενώ πάνω από αυτό υπάρχει στρώμα λαδιού πυκνότητας $830 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. Στη δεξαμενή βρίσκεται σε ισορροπία κυλινδρικό σώμα πυκνότητας $950 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και διαμέτρου D , με τον άξονά του παράλληλα με την κατακόρυφο. Το σώμα είναι βυθισμένο κατά 0.4 [m] στο νερό (βλ. σχήμα). Υπολογίστε το μήκος L του σώματος που είναι βυθισμένο μέσα στο λάδι.



2^ο ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

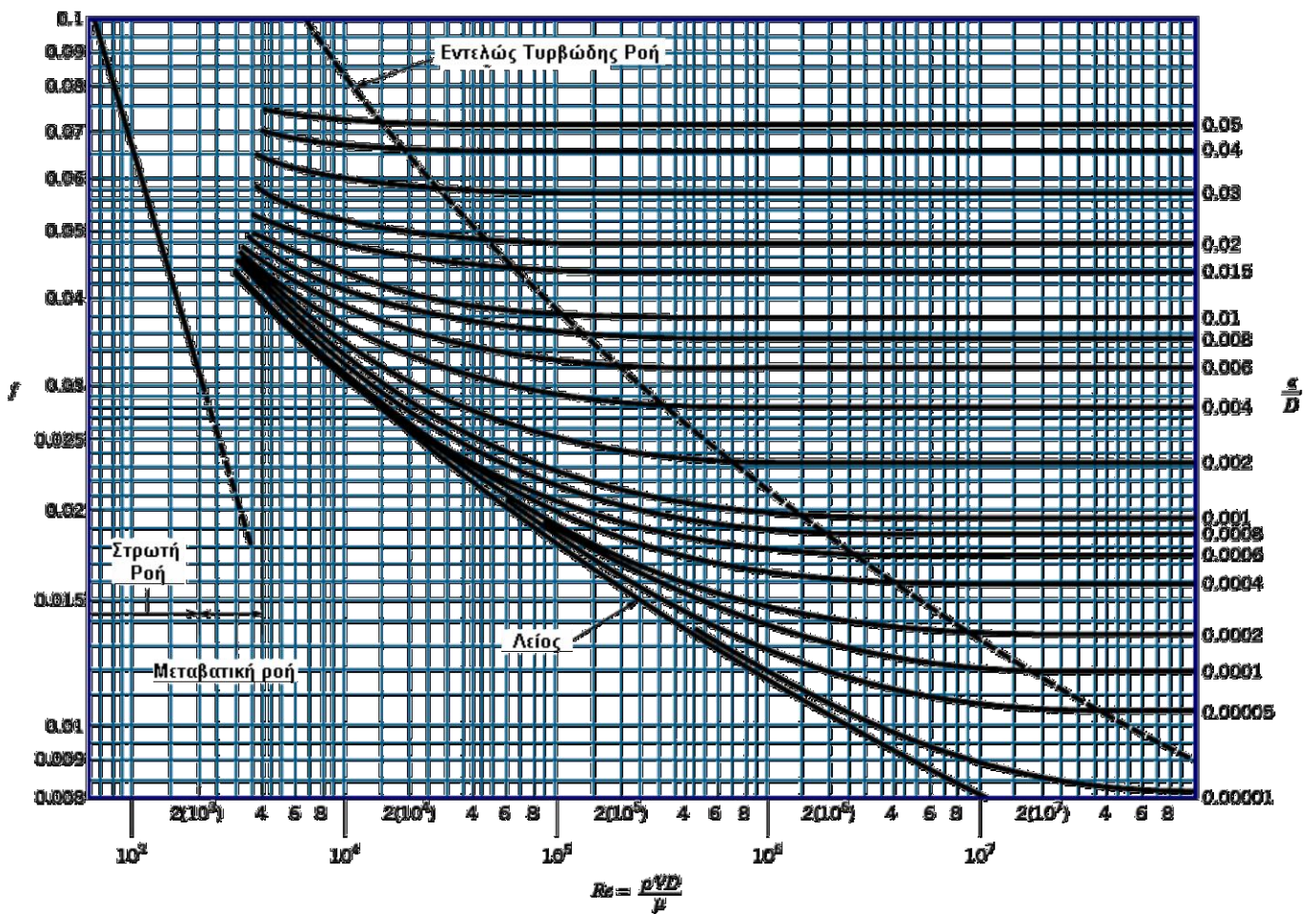
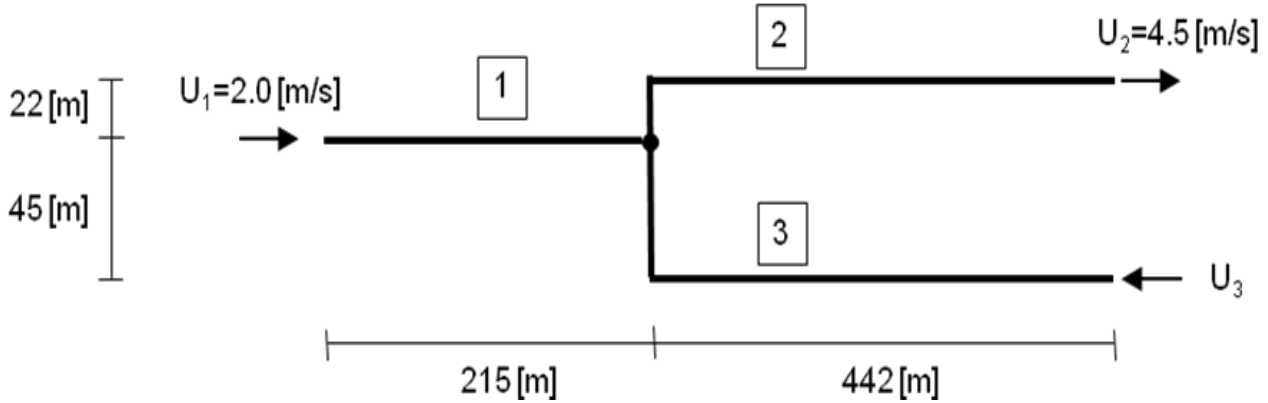
Νερό ρέει σε υδραυλικό δίκτυο που αποτελείται από δύο ανοικτές δεξαμενές και σύστημα σωληνώσεων που τις συνδέει. Ο αγωγός που ξεκινάει από την ψηλότερη δεξαμενή έχει διάμετρο 25 [cm] , ο οποίος όμως στο σημείο A διευρύνεται σε αγωγό διαμέτρου 32 [cm] . Η οριζόντια διατομή της επάνω δεξαμενής είναι $10 \text{ [m}^2\text{]}$, ενώ αυτή της κάτω δεξαμενής είναι μόλις $0.1 \text{ [m}^2\text{]}$. Εάν υποθεθεί ότι η ροή δεν παρουσιάζει καθόλου τριβές, να υπολογίσετε:

- (α) Την ταχύτητα του νερού στο σημείο B (**2.0 μονάδες**).
- (β) Την απόλυτη πίεση σε $[\text{bar}]$ στο σημείο A. (**2.0 μονάδες**).



3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο δίκτυο του σχήματος νερό εισέρχεται από τους αγωγούς 1 και 3 και εξέρχεται από τον αγωγό 2. Οι διαμέτροι των αγωγών 1, 2 και 3 είναι 25, 20 και 18 [cm], αντίστοιχα, η τραχύτητα των αγωγών 1 και 3 είναι 0.1 και 0.5 [mm], αντίστοιχα, ενώ ο αγωγός 2 είναι λείος. Εάν ο συνολικός συντελεστής τοπικών απωλειών των αγωγών 1 και 2 είναι 60 και 30, αντίστοιχα, να υπολογίσετε τις συνολικές απώλειες τριβής του δικτύου σε [m]. Στο κάτω μέρος της σελίδας σας δίνεται το διάγραμμα Moody.



Qcua 1^o

$$B = A_v + A_1 \Rightarrow \rho_s \cdot g \cdot V_s = \rho_v \cdot g \cdot V_v + \rho_1 \cdot g \cdot V_1 \Rightarrow$$

$$950 \left(g \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \right) \cdot (L + 0.4) = 1000 \left(g \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \right) \cdot 0.4 + 830 \left(g \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \right) \cdot L \Rightarrow$$

$$950L + 380 = 400 + 830L \Rightarrow (950 - 830)L = 400 - 380 = \boxed{L = 0.1667 \text{ m}}$$

Qcua 2^o Bernoulli μεταξύ 1 και 2 (1: είδη επιφανεία πάνω δεξαμενής, 2: είδη επιφανεία κάτω δεξαμενής)

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 &= \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2 \\ P_1 &= P_2 = P_x \\ U_1 &= \phi \\ z_1 &= 2.4 + 3.0 = 5.4 \text{ m} \\ z_2 &= 2.7 + 0.7 = 3.4 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 5.4 = \frac{U_2^2}{2 \cdot 9.81} + 3.4 \Rightarrow \boxed{U_2 = 6.26 \text{ m/s}}$$

$z=0$ είναι σημείο όπου επιφανεία δεξαμενής

$$Q_1 = U_1 \cdot A_1 = 6.26 \times 0.1 = 0.626 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_1 = Q_2$ (Απαιτείται διατήρηση μάζας) $\Rightarrow 0.626 = U_B \cdot A_B = U_B \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0.3^2 = \boxed{U_B = 7.78 \text{ m/s}}$

Bernoulli μεταξύ 1 και A:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_A}{\gamma} + \frac{U_A^2}{2g} + z_A$$

anis 1. ΔΜ.

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= 101325 \text{ [Pa]} \\ U_1 &= \phi \\ z_1 &= 5.4 \text{ m} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} P_A &= ? \\ U_A &= \frac{Q_A}{A_A} = \frac{Q_1}{A_A} = \frac{0.626}{\frac{\pi}{4} \cdot 0.15^2} = \boxed{12.75 \text{ m/s}} \\ z_A &= \phi \end{aligned}$$

$$P_A = \left(\frac{101325}{9810} + 5.4 - \frac{12.75^2}{2 \cdot 9.81} \right) \cdot 9810 = 73017.75 \text{ [Pa]} \Rightarrow \boxed{P_A = 0.73 \text{ [bar]}}$$

Qema 3^o $\sum \Delta H_f = \sum \Delta H_{fp} + \sum \Delta H_T = \sum_i f_i \frac{L_i}{D_i} \frac{U_i^2}{2g} + \sum_j K_j \frac{U_j^2}{2g}$

A.A.M. Gross equbo: $Q_1 + Q_3 = Q_2 \Rightarrow U_1 A_1 + U_3 A_3 = U_2 A_2 \Rightarrow$

$U_1 \frac{\pi}{4} D_1^2 + U_3 \frac{\pi}{4} D_3^2 = U_2 \frac{\pi}{4} D_2^2 \Rightarrow 2 \times 0,25^2 + U_3 \times 0,18^2 = 4,5 \times 0,20^2 \Rightarrow U_3 = 1,70 \text{ m/s}$

Labo	L [m]	D [m]	Re [-]	ϵ/D	f Moody	ΔH_{fp} [m]	ΔH_{con} [m]	$\Delta H_{fp} + \Delta H_{con}$ [m]
1	215	0,25	500000	0,0004	0,0170	2,98	12,23	15,21
2	442+22	0,20	900000	1,210	0,0115	27,54	30,96	58,50
3	442+45	0,18	306000	0,0028	0,0260	10,36	∅	10,36
					$\sum f_{total}$	4088	43,19	84,07

$Re = \frac{U \cdot D}{\nu}$, $\nu = 10^{-6} \text{ [m}^2/\text{s]}$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ.....

Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 11 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2011

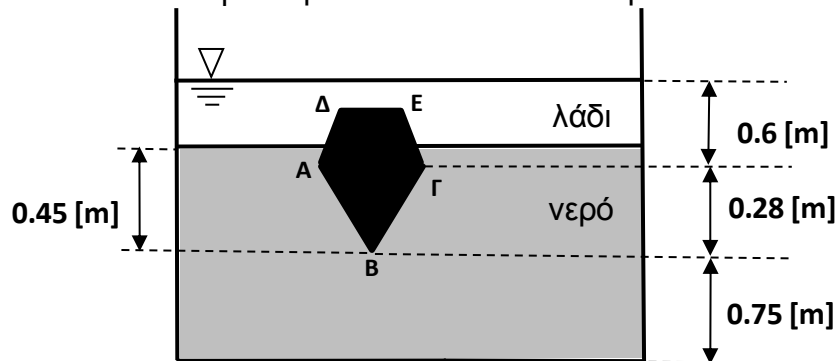
Η διάρκεια της γραπτής εξέτασης είναι δύο (2) ώρες. Μπορείτε να συμβουλευέστε οτιδήποτε επιθυμείτε. Η παρούσα εκφώνηση **πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε** μαζί με το γραπτό.

1^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Συμπαγές, σώμα κωνικού σχήματος (μοιάζει με σβούρα) είναι βυθισμένο και ισορροπεί μέσα σε δεξαμενή που περιέχει λάδι πυκνότητας $850 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και θαλασσινό νερό πυκνότητας $1025 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο συνολικός όγκος του σώματος είναι $0.23 \text{ [m}^3\text{]}$, ενώ ο όγκος που είναι βυθισμένος μέσα στο λάδι είναι $0.088 \text{ [m}^3\text{]}$. Εάν η κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης που ασκείται στην επιφάνεια ΑΓΒ από το νερό είναι 3250 [N] , να υπολογίσετε:

(α) Την πυκνότητα του σώματος. (1.5 μονάδες)

(β) Τη φορά (προς τα κάτω ή πάνω) και το μέτρο της κατακόρυφης συνιστώσας της δύναμης που ασκείται στην επιφάνεια ΑΔΕΓ από το νερό και το λάδι. (1.5 μονάδες)

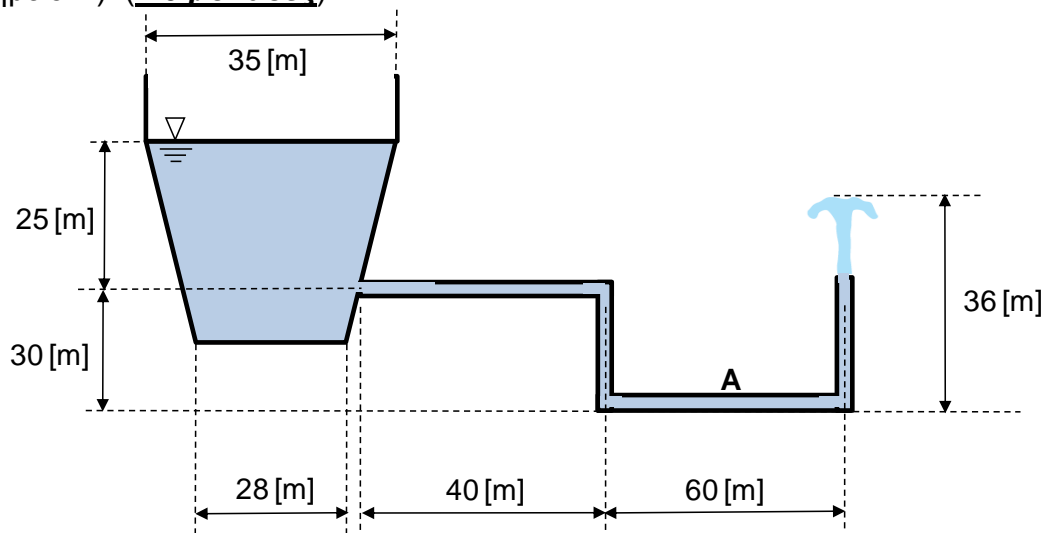


2^ο ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Νερό ρέει από τη δεξαμενή αριστερά στο σχήμα μέσα σε αγωγό διαμέτρου 40 [cm] και δημιουργεί τον πίδακα στο δεξιό μέρος του δικτύου. Εάν αγνοηθούν όλες οι τοπικές απώλειες και με δεδομένο ότι ο συντελεστής γραμμικών απωλειών είναι ίσος με 0.025, να υπολογίσετε:

(α) Την παροχή σε [lt/min] του δικτύου. (2.0 μονάδες)

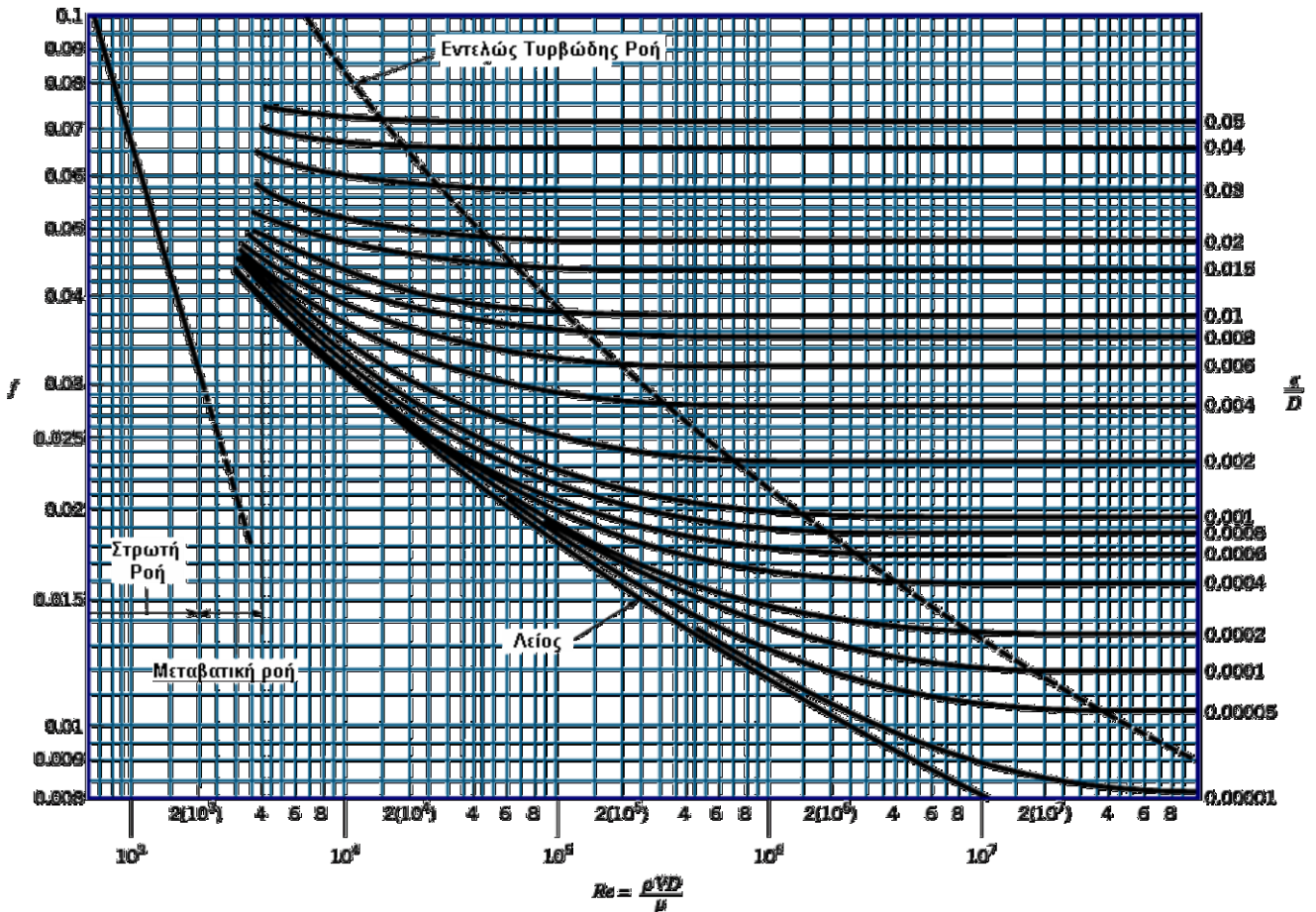
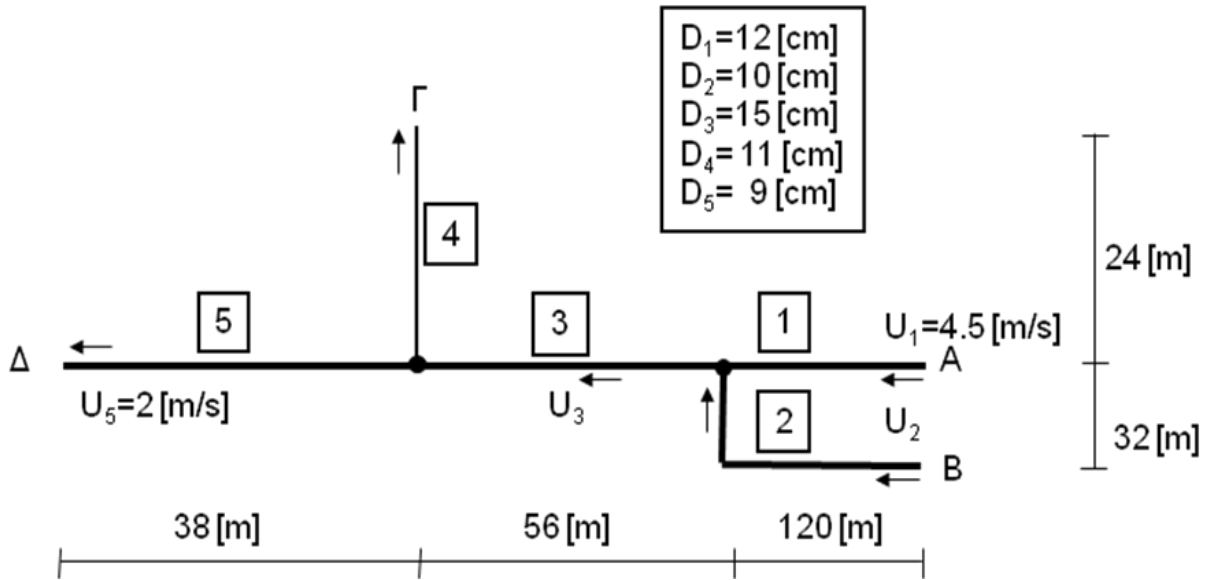
(β) Την απόλυτη πίεση σε [bar] στο μέσο του κατώτερου οριζόντιου αγωγού του δικτύου (σημείο Α). (2.0 μονάδες)



3° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Στο σχήμα παριστάνεται δίκτυο λείων σωληνώσεων, που αποτελείται από 5 κλάδους, των οποίων η διάμετρος δίνεται στο σχήμα. Νερό εισρέει από τις εισόδους A και B, διαρρέοντας τους κλάδους 1 και 2, αντίστοιχα και εκρέει από το κύκλωμα από τις εξόδους Γ και Δ. Οι ταχύτητες στους κλάδους 1 και 5 είναι 4.5 και 2.0 [m/s], αντίστοιχα, ενώ η παροχή του κλάδου 1 είναι διπλάσια αυτής του κλάδου 2.

Θεωρώντας τις τοπικές απώλειες αμελητέες, να υπολογίσετε τις γραμμικές απώλειες σε [mH₂O] σε κάθε κλάδο, καθώς και τις συνολικές σε [bar] για ολόκληρο το δίκτυο, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας.



1) α) Ισορροπία: $A = B \Rightarrow A_1 + A_v = B \Rightarrow \rho_1 \cdot V_1 \cdot g + \rho_v \cdot V_v \cdot g = \rho_2 \cdot V_2 \cdot g \Rightarrow$

A_1 : Άνω άξον άξον άξον

A_v : -"- -"- νερό

V_1 : όγκος βυθισμένος στο άξον

V_v : -"- -"- -"- νερό

V_2 : όγκος σφίγγας = $V_1 + V_v$

$$850 \times 0.088 + 1025 \times (0.23 - 0.088) = \rho_2 \cdot 0.23 \Rightarrow$$

$$\rho_2 = 958.04 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

β) Η δύναμη που ασκείται στη επιφάνεια $A_{\beta\Gamma}$ είναι η δύναμη που ασκείται στην επιφάνεια $A_{\alpha\delta\epsilon\zeta}$

Η συνάρτηση των ανωτέρω των όγκων, δηλαδή: $F_{A_{\beta\Gamma}} - F_{A_{\alpha\delta\epsilon\zeta}} = A$ (1)

$$A = B = \rho_2 \cdot V_2 \cdot g = 958.04 \times 0.23 \times 9.81 = 2161.63 \text{ [N]}$$

Άρα η (1) δίνει: $3250 - F_{A_{\alpha\delta\epsilon\zeta}} = 2161.63 \Rightarrow F_{A_{\alpha\delta\epsilon\zeta}} = 1088.37 \text{ [N]}$

2) σφίγγα 1: ελαστική επιφάνεια
-"- 2: κορυφή πιλάρα
-"- 3: σφίγγα A

Σημείο μέτρησης υψομέτρου: χαμηλότερο σημείο των άξονων

α) Bernoulli 1 → 2: $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta h_{\text{αν}}$

$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}} = 101325 \text{ [Pa]}$

$U_1 = U_2 = \emptyset$

$Z_1 = 30 + 25 = 55 \text{ [m]}$

$Z_2 = 36 \text{ [m]}$

$\Rightarrow 55 = 36 + \Delta h_{\text{αν}} \Rightarrow \Delta h_{\text{αν}} = 19 \text{ [mH}_2\text{O]}$

Όπως επίσης ισχύει ότι: $\Delta h_{\text{αν}} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{U^2}{2g}$
(τοίχος = \emptyset)

$f = 0.025$
 $D = 0.40 \text{ [m]}$

$L = 40 + 30 + 60 + 30 = 160 \text{ [m]}$

$\Rightarrow U = 6.11 \text{ [m/s]}$

Άρα $Q = A \cdot U = \frac{\pi}{4} D^2 U = \frac{\pi}{4} \times 0.4^2 \times 6.11 = 0.7678 \text{ [m}^3\text{/s]} \Rightarrow$ ($\times 1000 \times 60$) \rightarrow

$$Q = 46068.31 \text{ [lt/min]}$$

β) Bernoulli 1 → 3: $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + Z_3 + \Delta h'_{\text{αν}}$

$P_1 = 101325 \text{ [Pa]}$

$U_1 = \emptyset$

$U_3 = 6.11 \text{ [m/s]}$

$Z_1 = 55 \text{ [m]}$

$Z_3 = \emptyset \text{ [m]}$

$\Delta h'_{\text{αν}} = f \cdot \frac{L'}{D} \cdot \frac{U^2}{2g} = 0.025 \times \frac{40 + 30 + \frac{60}{2}}{0.4} \times \frac{6.11^2}{2 \times 9.81} = 11.89 \text{ [m]}$

$\frac{101325}{9810} + 0 + 55 = \frac{P_3}{9810} + \frac{6.11^2}{2 \times 9.81} + 0 + 11.89 \Rightarrow P_3 = 505568.05 \text{ [Pa]} \Rightarrow$

$$P_3 = 5.06 \text{ [bar]}$$

$$\boxed{3} \quad Q_1 = 2Q_2 \Rightarrow \frac{\pi}{4} D_1^2 \cdot U_1 = 2 \frac{\pi}{4} D_2^2 \cdot U_2 \Rightarrow 0.12^2 \cdot 4.5 = 2 \cdot 0.10^2 \cdot U_2 \Rightarrow \underline{U_2 = 3.24 \text{ [m/s]}}$$

$$A \Delta M: Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow \frac{\pi}{4} (D_1^2 U_1 + D_2^2 U_2) = \frac{\pi}{4} D_3^2 U_3 \Rightarrow$$

$$0.12^2 \cdot 4.5 + 0.10^2 \cdot 3.24 = 0.15^2 \cdot U_3 \Rightarrow \underline{U_3 = 4.32 \text{ [m/s]}}$$

$$A \Delta M: Q_3 = Q_4 + Q_5 \Rightarrow \frac{\pi}{4} D_3^2 U_3 = \frac{\pi}{4} (D_4^2 U_4 + D_5^2 U_5) \Rightarrow$$

$$0.15^2 \cdot 4.32 = 0.11^2 U_4 + 0.09^2 \cdot 2.0 \Rightarrow \underline{U_4 = 6.69 \text{ [m/s]}}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0.001}{1000} = 10^{-6} \text{ [m}^2\text{/s]}$$

L/K	L [m]	D [m]	U [m/s]	Re [-]	f [-]	Δh [mH ₂ O]
1	120	0.12	4.50	540000	0,0130	13.42
2	$\frac{120+32}{152}$	0.10	3.24	324000	0,0140	11.39
3	56	0.15	4.32	648000	0,0125	4.44
4	24	0.11	6.69	735900	0,0125	6.22
5	38	0.09	2.00	180000	0,0160	1.38
$\Sigma \gamma_{no} \gamma_o$						36.85

$$Re_i = \frac{U_i D_i}{\nu}, \quad \Delta h = f_i \frac{L_i}{D_i} \frac{U_i^2}{2g}$$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h = 1000 \times 9.81 \times 36.85 = 361498.5 \text{ [Pa]} = \underline{\underline{3.61 \text{ [bar]}}}$$

$$Q_1 = 0.05089 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_2 = 0.02545 \text{ --''}$$

$$Q_3 = 0.07634 \text{ --''}$$

$$Q_4 = 0.06358 \text{ --''}$$

$$Q_5 = 0.01276 \text{ --''}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ..... Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: **ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι**

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

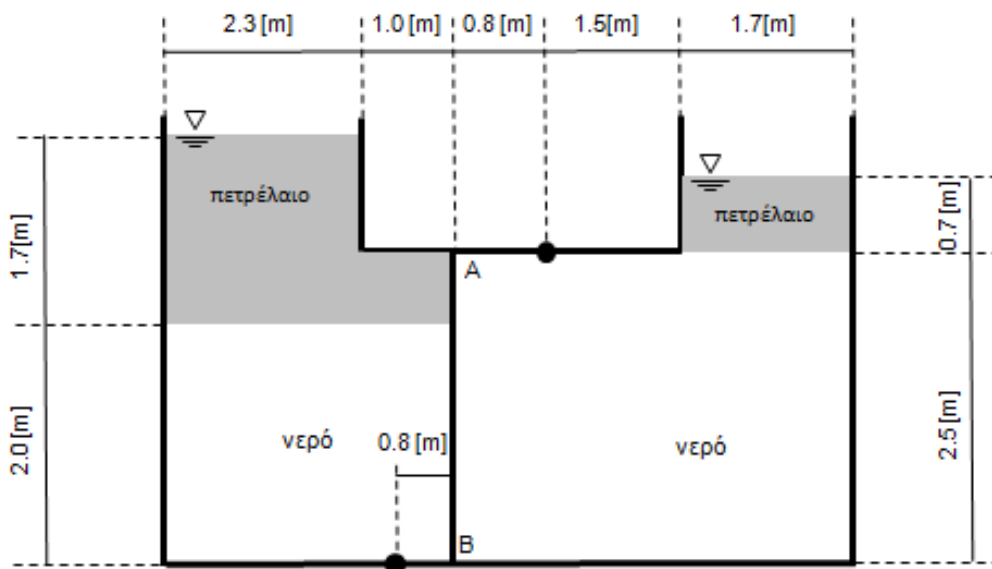
ΗΜ/ΝΙΑ: 24 ΙΟΥΝΙΟΥ 2011

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^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Η δεξαμενή του σχήματος, πλάτους 3.0 [m] (κάθετα στο επίπεδο του χαρτιού) έχει δύο ανοικτά διαμερίσματα που διαχωρίζονται από την επιφάνεια AB, τα οποία περιέχουν πετρέλαιο και νερό. Εάν το πετρέλαιο έχει πυκνότητα $870 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, να υπολογίσετε:

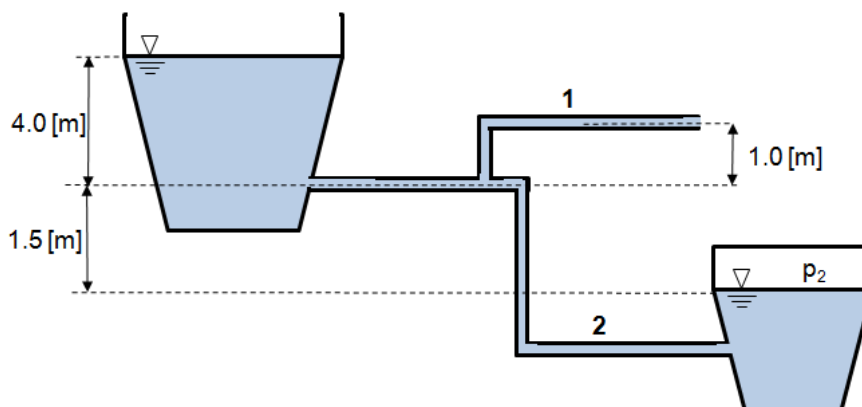
- (α) Την πίεση στα δύο σημεία (ένα σε κάθε διαμέρισμα), τα οποία παριστάνονται με τις δύο κυκλικές μαύρες βούλες. (**1.5 μονάδες**)
- (β) Το μέτρο (όχι και το σημείο εφαρμογής) της οριζόντιας δύναμης που ασκείται στη διαχωριστική επιφάνεια AB. (**2.0 μονάδες**)



2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Νερό ρέει από την ανοικτή δεξαμενή αριστερά μέσα σε αγωγό διαμέτρου 25 [cm], ο οποίος κάποια στιγμή διακλαδίζεται στο κλάδο 1 διαμέτρου 10 [cm] και κλάδο 2 διαμέτρου 20 [cm]. Εάν η παροχή στους δύο κλάδους είναι η ίδια, να υπολογίσετε:

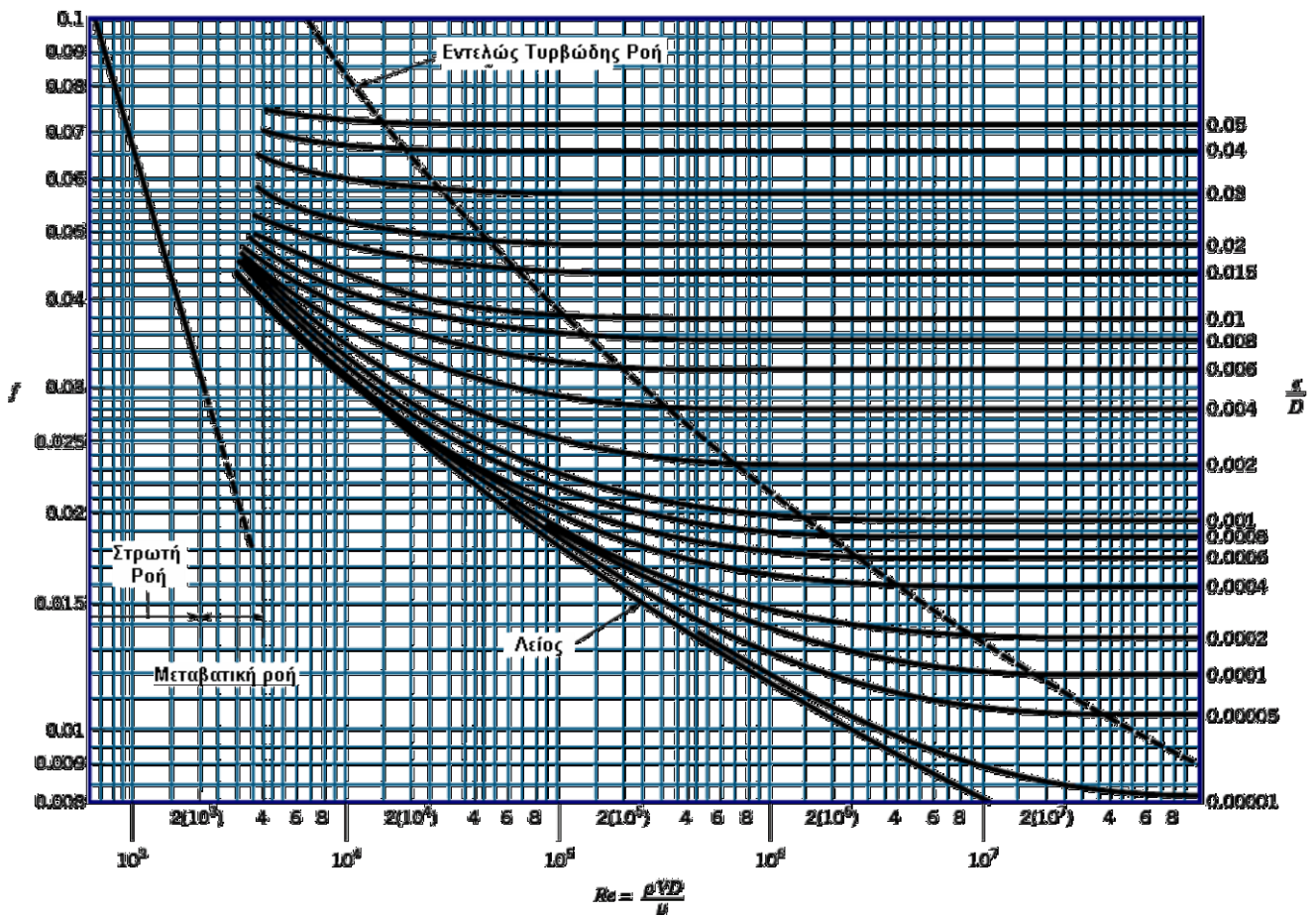
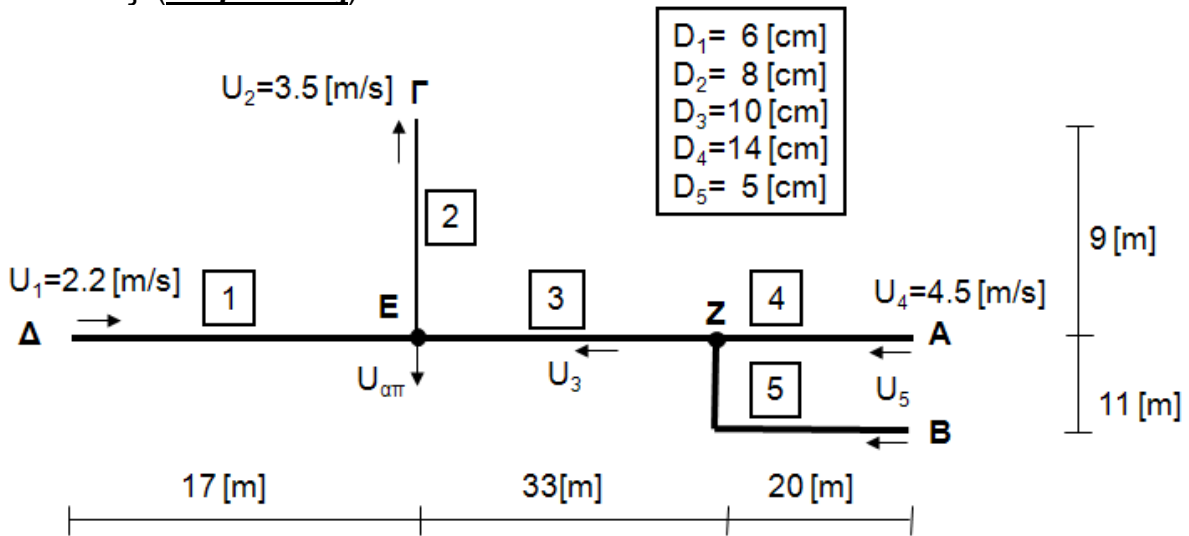
- (α) Την πίεση p_2 στην κλειστή δεξαμενή δεξιά. (**1.5 μονάδες**)
- (β) Την πίεση αμέσως πριν τη διακλάδωση. (**1.5 μονάδες**)



3° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Στο σχήμα παριστάνεται δίκτυο 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 4, 5 και 1, αντίστοιχα και εκρέει από το κύκλωμα από την έξοδο Γ και την αποχέτευση Ε. Οι ταχύτητες στους κλάδους 4, 1 και 2 είναι 4.5, 2.2 και 3.5 [m/s], αντίστοιχα, ενώ η παροχή του κλάδου 4 είναι τετραπλάσια αυτής του κλάδου 5. Οι κλάδοι 1 και 4 είναι λείοι, ενώ οι κλάδοι 2, 3 και 5 έχουν σχετική τραχύτητα 0.005, 0.01 και 0.002, αντίστοιχα. Θεωρώντας τις τοπικές απώλειες αμελητέες, να υπολογίσετε:

- (α) Την παροχή αποχέτευσης σε [lt/min]. **(1.5 μονάδες)**
- (β) Τις γραμμικές απώλειες σε [mH₂O] σε κάθε κλάδο, καθώς και τις συνολικές σε [bar] για ολόκληρο το δίκτυο, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας. **(2.0 μονάδες)**



①

$$\alpha) P_A = \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot h_{\Delta\pi} + \rho_{\text{water}} \cdot g \cdot h_{\Delta v} =$$

$$= 870 \times 9.81 \times 0.7 + 1000 \times 9.81 \times 2.0 =$$

$$= \underline{5974.3 \text{ [Pa]}}$$

$$P_A = \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot h_{\Delta\pi} + \rho_{\text{water}} \cdot g \cdot h_{\Delta v} =$$

$$= 870 \times 9.81 \times 1.7 + 1000 \times 9.81 \times 2.0 =$$

$$= \underline{34129.0 \text{ [Pa]}}$$

Δ : ΔεΤια

A: Απιαγα

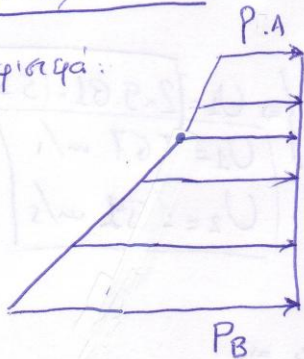
π: Ιση νεφελαια

v: Ιση νεφελαια

$$\rho_v = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_{\pi} = 870 \text{ --}$$

β) Ανο απιαγα:



$$P_A = 870 \times 9.81 \times (2.0 + 1.7 - 2.5) = 10241.6 \text{ [Pa]}$$

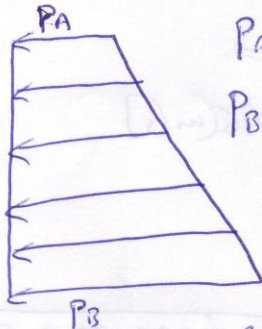
$$P_B = 34129.0 \text{ [Pa]} \text{ (ανο το α)}$$

$$P_T = 870 \times 9.81 \times 1.7 = 14509.0 \text{ [Pa]}$$

$$F_{\text{top}} = \frac{P_A + P_T}{2} \times (2.5 - 2.0) \times 3.0 + \frac{P_T + P_B}{2} \times 2.0 \times 3.0 =$$

$$= \frac{10241.6 + 14509.0}{2} \times 0.5 \times 3.0 + \frac{14509.0 + 34129.0}{2} \times 2.0 \times 3.0 = \underline{164477.0 \text{ [N]}}$$

Ανο δεΤια:



$$P_A = 5974.3 \text{ [Pa]} \text{ (ανο το α)}$$

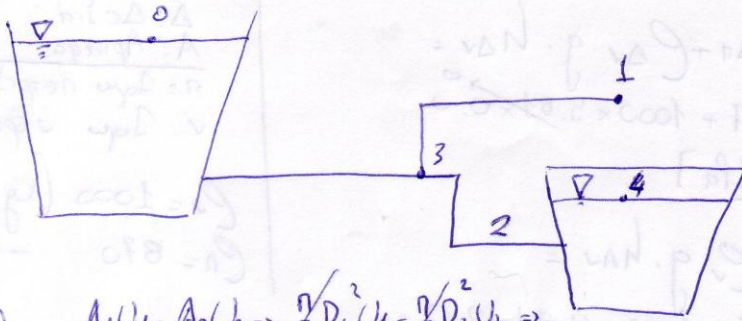
$$P_B = 1000 \times 9.81 \times 2.5 + P_A = 30499.3 \text{ [Pa]}$$

$$F_B = \frac{P_A + P_B}{2} \times 2.5 \times 3.0 = \frac{5974.3 + 30499.3}{2} \times 2.5 \times 3.0 = \underline{136776.0 \text{ [N]}}$$

$$\Sigma \text{ ανοΤια είναι } 164477 - 136776 = 27701 \text{ [N]} \quad \underline{\underline{\text{ΠΡΟΣ ΤΑ } \Delta \epsilon \tau \text{ΙΑ}}}$$



2



$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow A_1 U_1 = A_2 U_2 \Rightarrow \frac{\pi}{4} D_1^2 U_1 = \frac{\pi}{4} D_2^2 U_2 \Rightarrow$$

$$U_1 = U_2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 \Rightarrow \boxed{U_1 = 4U_2}$$

Bernoulli 0 → 1:

$$\frac{P_0}{\gamma} + \frac{U_0^2}{2g} + z_0 = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1$$

$P_0 = P_1 = P_{atm}$

$$\Rightarrow U_1 = \sqrt{2 \times 9.81 \times (5.5 - 2.5)} =$$

$$\boxed{U_1 = 7.67 \text{ m/s}}$$

$$\boxed{U_2 = 1.92 \text{ m/s}}$$

Bernoulli 0 → 4:

$$\frac{P_0}{\gamma} + \frac{U_0^2}{2g} + z_0 = \frac{P_4}{\gamma} + \frac{U_4^2}{2g} + z_4 \Rightarrow$$

$$\frac{101325}{9810} + 5.5 = \frac{P_4}{9810} + 0 \Rightarrow \boxed{P_4 = 155280 \text{ Pa}}$$

Bernoulli 0 → 3:

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 \Rightarrow \frac{\pi}{4} D_3^2 U_3 = \frac{\pi}{4} D_1^2 U_1 + \frac{\pi}{4} D_2^2 U_2 \Rightarrow$$

$$0.25^2 \times U_3 = 0.10^2 \times 7.67 + 0.20^2 \times 1.92 \Rightarrow U_3 = 2.46 \text{ (m/s)}$$

$$\frac{P_0}{\gamma} + \frac{U_0^2}{2g} + z_0 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + z_3 \Rightarrow$$

$$\frac{101325}{9810} + 5.5 = \frac{P_3}{9810} + \frac{2.46^2}{2 \times 9.81} + 1.5 \Rightarrow \boxed{P_3 = 137539.2 \text{ Pa}}$$

(3) AMM az Z: $Q_4 + Q_5 = Q_3 \Rightarrow 4Q_5 + Q_5 = Q_3 \Rightarrow 5Q_5 = Q_3 = 5A_5 U_5 = A_3 U_3 \Rightarrow$
 $5 \frac{\pi}{4} D_5^2 U_5 = \frac{\pi}{4} D_3^2 U_3 = 5 \times 0.05^2 U_5 = 0.10^2 \times U_3 \Rightarrow U_3 = 1.25 U_5$

$Q_4 = U_4 \cdot \frac{\pi}{4} D_4^2 = 4Q_5 = 4U_5 \frac{\pi}{4} D_5^2 \Rightarrow$

$4.5 \times 0.14^2 = 4U_5 \cdot 0.05^2 \Rightarrow U_5 = 8.82 \text{ [m/s]} \text{ apa } U_3 = 11.03 \text{ [m/s]}$

AMM az E: $Q_3 + Q_1 = Q_{an} + Q_2 \Rightarrow Q_{an} = Q_3 + Q_1 - Q_2 =$

$Q_{an} = \frac{\pi}{4} \times (11.03 \times 0.10^2 + 2.2 \times 0.06^2 - 3.5 \times 0.08^2) = 7.53 \times 10^{-2} \text{ [m}^3/\text{s]}$
 $= 4515 \text{ [lt/min]}$

Kidass	L [m]	D [m]	$\frac{\epsilon}{D}$	U [m/s]	Re	f	Δh [m]
1	17	0.06	1.5e-5	2.20	132000	0.017	1.19
2	9	0.08	0.005	3.50	283000	0.030	2.11
3	33	0.10	0.01	11.03	1103000	0.038	77.76
4	20	0.14	1.5e-5	4.50	630000	0.013	1.92
5	20+11	0.05	0.002	8.82	441000	0.0235	57.77

$\Sigma \Delta h_{10} = 140.75 \text{ [m]}$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ..... Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι – ΘΕΩΡΙΑ

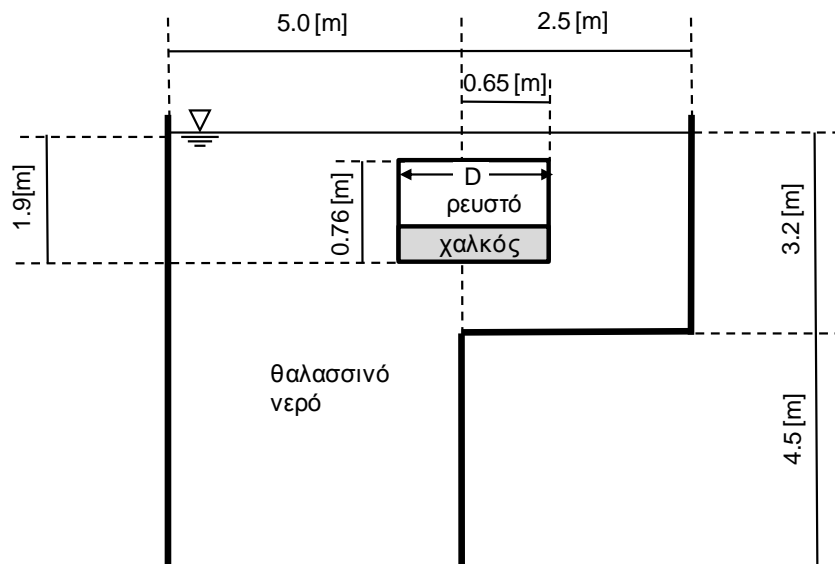
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2011

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^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Η δεξαμενή του σχήματος, περιέχει θαλασσινό νερό και έχει πρακτικά άπειρο πλάτος (κάθετα στο επίπεδο του σχήματος). Μέσα στη δεξαμενή ισορροπεί στη θέση που φαίνεται στο σχήμα, κυλινδρικό σώμα διαμέτρου $D=95$ [cm] και ύψους 76 [cm], το οποίο αποτελείται από δύο τμήματα: (α) το κάτω μέρος από χαλκό και το πάνω μέρος από ρευστό άγνωστης πυκνότητας. Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι 1025 [kg/m^3], ενώ του χαλκού είναι 8940 [kg/m^3]. Εάν η συνολική μάζα του χαλκού είναι 313 [kg], να υπολογίσετε την πυκνότητα του ρευστού.

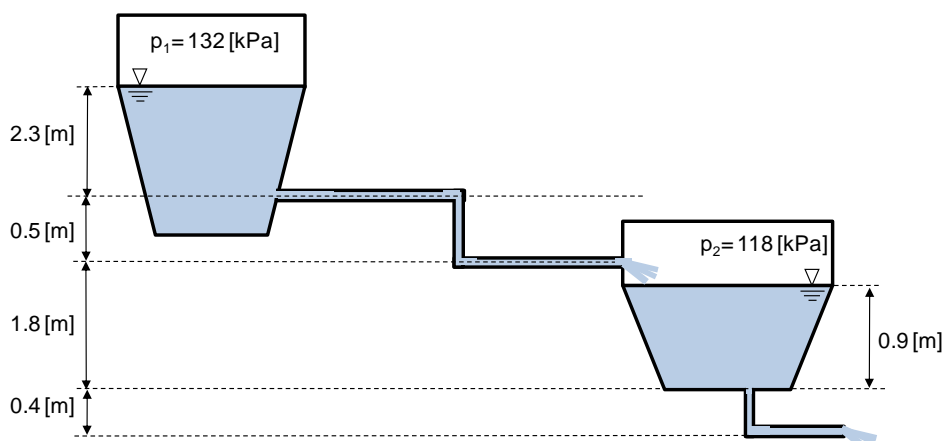


2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Δύο κλειστές δεξαμενές με νερό βρίσκονται σε απόλυτη πίεση όπως αναγράφεται στο σχήμα. Οι δεξαμενές συνδέονται σε αγωγό διαμέτρου 2", ενώ ο αγωγός εκροής της δεύτερης δεξαμενής είναι διαμέτρου 1.5". Αγνοώντας τις τριβές, να υπολογίσετε:

(α) Την ταχύτητα εισροής του νερού στη δεύτερη δεξαμενή. (**1.5 μονάδες**)

(β) Το ρυθμό συσσώρευσης νερού σε [lt/min] στη δεύτερη δεξαμενή. (**1.5 μονάδες**)

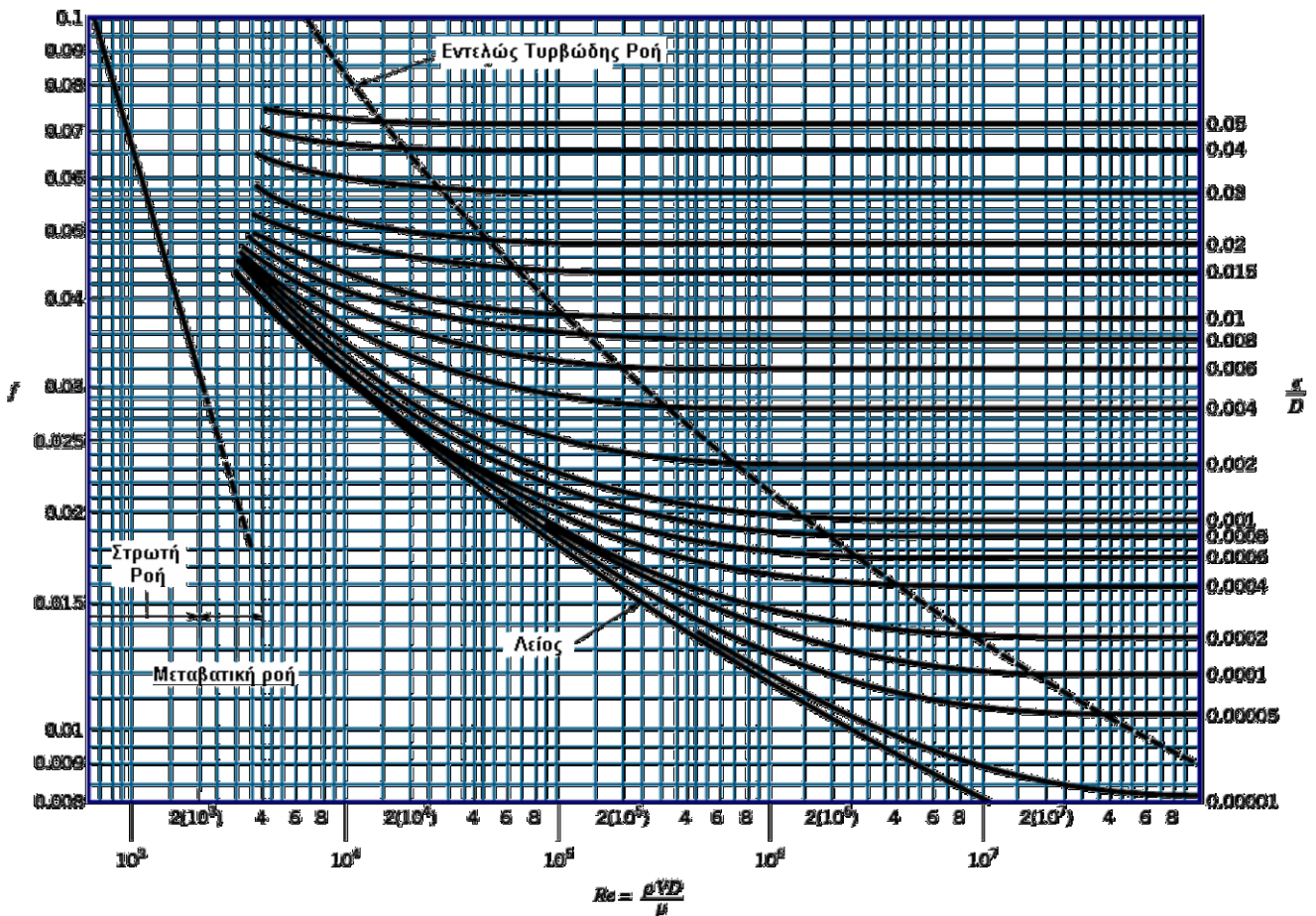
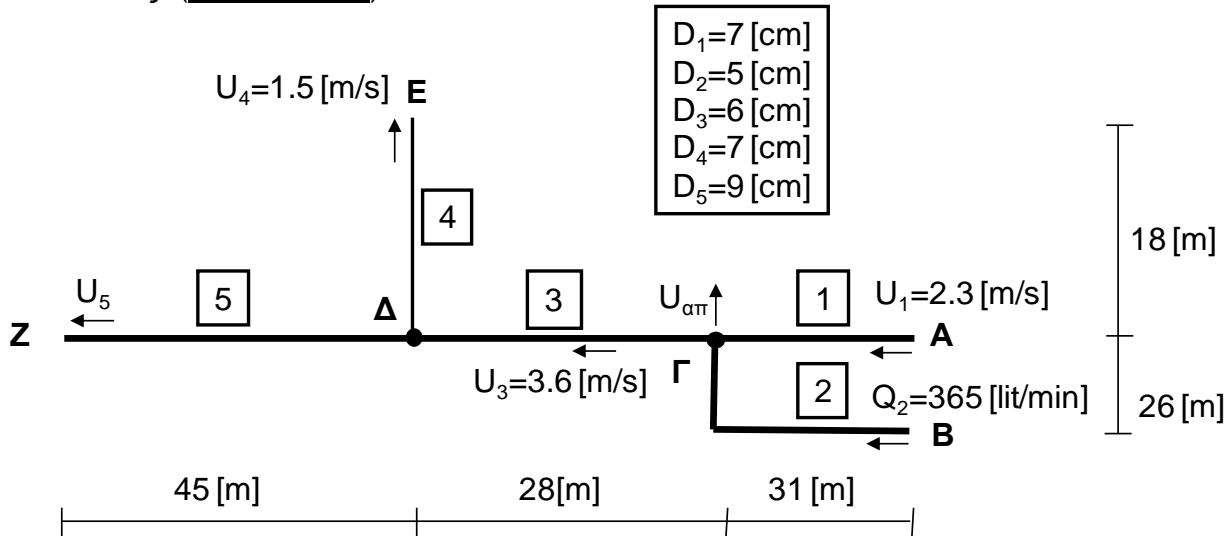


3° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Στο σχήμα παριστάνεται δίκτυο σωληνώσεων, που αποτελείται από 5 κλάδους, των οποίων η διάμετρος δίνεται στο σχήμα. Νερό εισρέει από τις εισόδους A και B, διαρρέοντας τους κλάδους 1 και 2, αντίστοιχα και εκρέει από το κύκλωμα από τις εξόδους E και Z και την αποχέτευση Γ. Οι ταχύτητες στους κλάδους 1, 3 και 4 είναι 2.3, 3.6 και 3.5 [m/s], αντίστοιχα, ενώ η παροχή του κλάδου 2 είναι 365 [lit/min]. Οι κλάδοι 1, 2 και 5 είναι λείοι, ενώ οι κλάδοι 3 και 4 έχουν σχετική τραχύτητα 0.01 και 0.002, αντίστοιχα.

Θεωρώντας τις τοπικές απώλειες αμελητέες, να υπολογίσετε:

- (α) Την παροχή αποχέτευσης σε [lit/min]. **(1.0 μονάδα)**
- (β) Τις γραμμικές απώλειες σε [mH₂O] σε κάθε κλάδο, καθώς και τις συνολικές σε [bar] για ολόκληρο το δίκτυο, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας. **(2.5 μονάδες)**



Soal 1

Di Jember ada jember dan airport di Jember dan radiusnya 1000 m dan di Jember dan x paitnya ke m endura dan air.

Arus = Bapa (sawit) Air (sawit)

U → up
Cu → x
D → De
G → sawit

$$\rho_0 \cdot g \cdot V_0 = \rho_0 \cdot g \cdot V_u + \rho_{cu} \cdot g \cdot V_{cu} \quad (1)$$

$$V_{cu} = \frac{m_{cu}}{\rho_{cu}} = \frac{313}{8940} = 0.03501 \text{ m}^3$$

$$V_{cu} = \frac{\pi D^2}{4} \times h_{cu} \Rightarrow h_{cu} = \frac{4V_{cu}}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.03501}{\pi \times 0.95^2} = 0.04939 \text{ m}$$

$$\text{Apa } h_u = 0.76 - 0.04939 = 0.71061 \text{ m}$$

$$\text{Oleh } V_u = \frac{\pi D^2}{4} \times h_u = 0.50369 \text{ m}^3$$

$$(1) \rightarrow 1025 \left(\frac{\pi}{4} \times 0.95^2 \times 0.76 \right) = \rho_0 \cdot 0.50369 + 8940 \times 0.03501 \Rightarrow \boxed{\rho_0 = 474.86 \text{ (kg/m}^3\text{)}}$$

Soal 2

Bernoulli 1 → 2: $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2$

- 1: di empakan naar di Jember
- 2: empakan naar di Jember
- 3: di empakan naar di Jember
- 4: aduan ayas

$$\frac{132000}{9810} + 0 + (2.3 + 0.5) = \frac{118000}{9810} + \frac{U_2^2}{2 \times 9.81} + 0 \Rightarrow \underline{U_2 = 9.11 \text{ m/s}}$$

$$Q_2 = U_2 A_2 = 9.11 \times \frac{\pi}{4} \times (2 \times 0.025)^2 = \underline{0.01846 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Bernoulli 3 → 4: $\frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + z_3 = \frac{P_4}{\gamma} + \frac{U_4^2}{2g} + z_4$

$$\frac{116000}{9810} + 0 + (0.9 + 0.4) = \frac{101325}{9810} + \frac{U_4^2}{2 \times 9.81} + 0 \Rightarrow \underline{U_4 = 7.67 \text{ m/s}}$$

$$Q_4 = U_4 A_4 = 7.67 \times \frac{\pi}{4} \times (1.5 \times 0.025)^2 = \underline{0.00875 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Puapri empakan: $Q_2 - Q_4 = 0.00971 \text{ m}^3/\text{s} = \boxed{582.81 \text{ lt/min}}$

Objeto 3^o

$$a) Q_1 = U_1 \cdot A_1 = 2.3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.07^2 = 8.8514 \times 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$Q_2 = \frac{365}{60000} =$$

$$6.0833 \times 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{s}] \Rightarrow U_2 = 3.1 \text{ m/s}$$

$$A_{\Delta M_F}: Q_1 + Q_2 = Q_{an} + Q_3 \Rightarrow Q_{an} = Q_1 + Q_2 - Q_3 = 8.8514 \times 10^{-3} + 6.0833 \times 10^{-3} - 10.1788 \times 10^{-3}$$

$$Q_3 = U_3 \cdot A_3 = 3.6 \times \frac{\pi}{4} \times 0.06^2 = 10.1788 \times 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{s}]$$

$$Q_{an} = 4.7559 \times 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{s}]$$

$$b) A_{\Delta M_D}: Q_3 = Q_4 + Q_5 \Rightarrow Q_5 = Q_3 - Q_4 = 10.1788 - 5.7727 \Rightarrow Q_5 = 4.4061 \times 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{s}]$$

$$Q_4 = U_4 \cdot A_4 = 1.5 \times \frac{\pi}{4} \times 0.07^2 = 5.7727 \times 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{s}]$$

$$U_5 = \frac{Q_5}{A_5} = \frac{4.4061 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times 0.09^2} \Rightarrow U_5 = 0.69 \text{ [m/s]}$$

Klados	L [m]	D [m]	U [m/s]	Re	ϵ/D	f	Δh [m]
1	31	0.07	2.30	161000	-	0.0165	1.97
2	31+26=57	0.05	3.10	155000	-	0.0165	9.21
3	28	0.06	3.60	216000	0.01	0.0380	11.71
4	13	0.07	1.50	105000	0.002	0.025	0.74
5	45	0.09	0.69	62100	-	0.020	0.24
$\Sigma \Delta h$							23.87

$$\Delta h_i = f_i \frac{L_i}{D_i} \frac{U_i^2}{2g}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

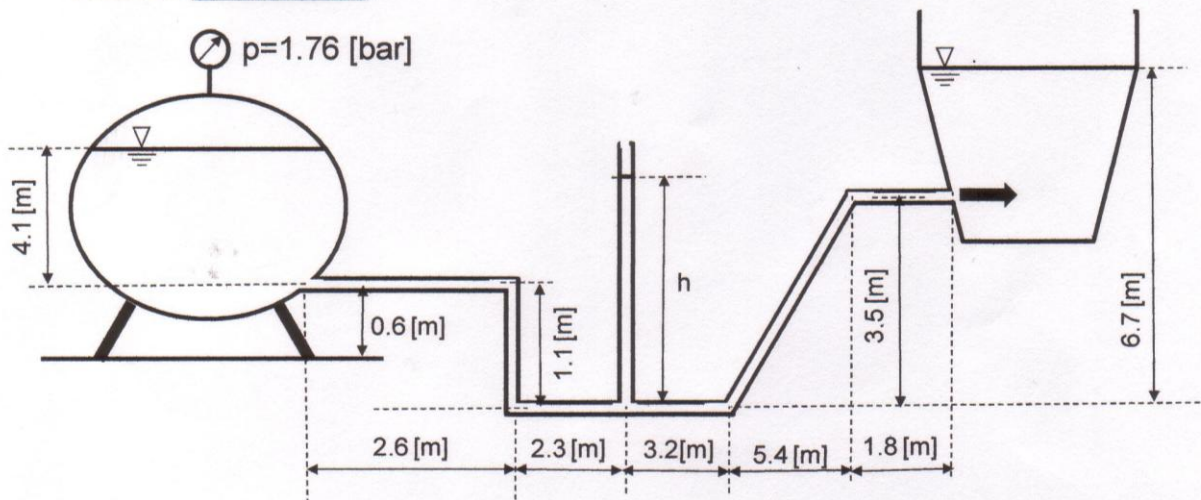
ΗΜ/ΝΙΑ: 27 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2012

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^ο ΘΕΜΑ (4.0 μονάδες):

Σφαιρική δεξαμενή περιέχει υγρό (πυκνότητας $780 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ και ιξώδους $0.00015 \text{ [m}^2/\text{s}]$), υπό απόλυτη πίεση 1.76 [bar] και μέσω δικτύου σωληνώσεων ομοιόμορφης διαμέτρου 5.5 [cm] τροφοδοτεί ανοικτή δεξαμενή. Οι τοπικές απώλειες είναι αμελητέες, ενώ οι συνολικές γραμμικές απώλειες είναι ίσες με 49000 [Pa] . Να υπολογίσετε:

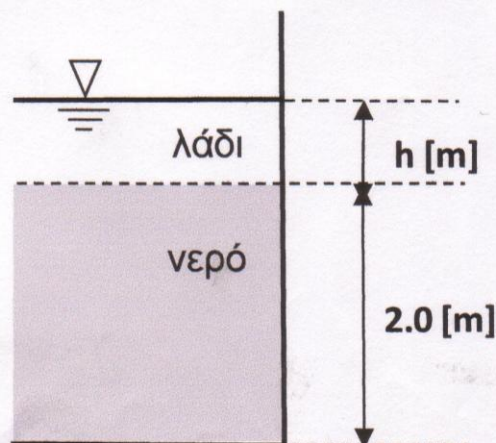
- Την παροχή του υγρού σε [l/h] που εισέρχεται στην ανοικτή δεξαμενή. (**2.0 μονάδες**)
- Το ύψος h της στήλης του υγρού στον ανοικτό σωλήνα που βρίσκεται στο μέσο του δικτύου. (**2.0 μονάδες**)



2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Δεξαμενή περιέχει νερό και λάδι πυκνότητας $810 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εάν η συνολική δύναμη ανά μονάδα πλάτους (κάθετα στο χαρτί) που ασκείται στο κατακόρυφο τοίχωμά της είναι 58000 [N/m] , να υπολογίσετε:

- Το βάθος h του στρώματος του λαδιού (**2.0 μονάδες**).
- Την πίεση στη διεπιφάνεια των δύο υγρών (**1.0 μονάδα**).



3^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

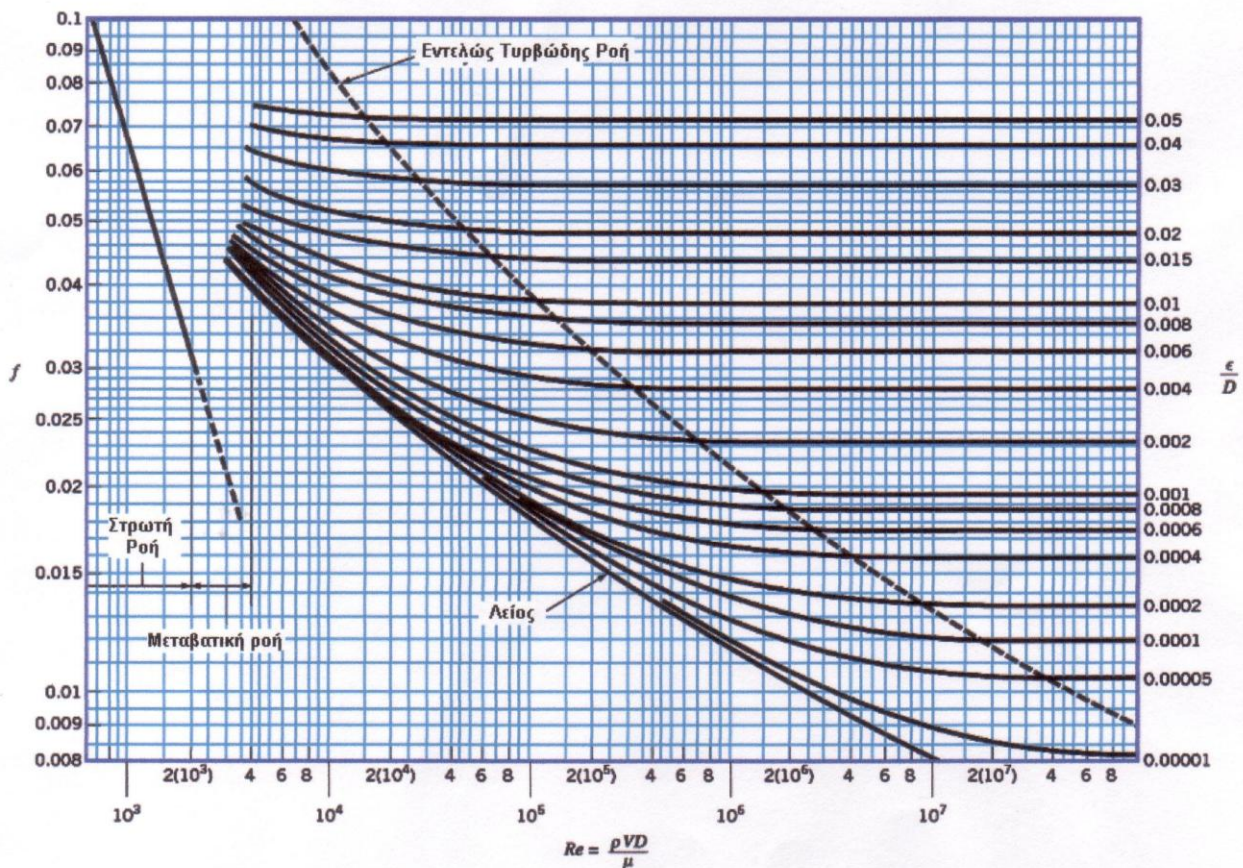
Ευθύγραμμος αγωγός αποτελείται από δύο τμήματα:

το Α με διάμετρο 2", μήκος 120 [m] και συντ/στή γραμμικών απωλειών ίσο με 0.021 και το Β με διάμετρο 3" και μήκος 200 [m].

Για παροχή νερού 4 [lt/s] ο αγωγός προκαλεί γραμμικές απώλειες ίσες με 14 [m]. Να υπολογίσετε:

(α) Τον συντελεστή γραμμικών απωλειών του τμήματος Β (**1.5 μονάδες**).

(β) Την τραχύτητα σε [mm] κάθε τμήματος αγωγού, χρησιμοποιώντας το παρακάτω διάγραμμα Moody (**1.5 μονάδες**).



ΘΕΜΑ 1

- Ίμψιο ①: ΣΔ. επιπέδων στατικής & δυναμικής
 -- ②: Είσοδος σωλήνα και ανοίκτης --
 -- ③: Διακλάση οριζόντιου σωλήνα και ανοίκτης σωλήνα
 Ενέργεια αναφοράς: ο χείμαυρος οριζόντιου σωλήνα

α) Bernoulli ① → ②:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + Z_2 + h_{L12} \quad [\text{m}]$$

$$\gamma = \rho \cdot g = 780 \times 9.81 = 7651.8 \quad [\text{N/m}^3]$$

$$P_1 = 1.76 \times 10^5 \quad [\text{Pa}]$$

$$U_1 = \phi \quad [\text{m/s}]$$

$$Z_1 = 4.1 + 1.1 = 5.2 \quad [\text{m}]$$

$$P_2 = 101325 \quad [\text{Pa}]$$

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

$$Z_2 = 3.5 \quad [\text{m}]$$

$$h_{L12} = \frac{49000}{7651.8} = 6.4037 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Άρα: } \frac{176000}{7651.8} + 0 + 5.2 = \frac{101325}{7651.8} + \frac{U_2^2}{2 \times 9.81} + 3.5 + 6.4037 \Rightarrow U_2 = 9.96 \quad [\text{m/s}]$$

$$Q = \left(\frac{\pi}{4} D^2\right) \cdot U_2 \Rightarrow Q = \frac{\pi}{4} \times 0.055^2 \times 9.96 = 0.02366 \quad \text{m}^3/\text{s} \xrightarrow{\times 1000 \times 3600} Q = 85181.8 \quad [\text{lt/h}]$$

β) Bernoulli ① → ③:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + Z_3 + h_{L13} \quad [\text{m}]$$

$$P_3 = ? \quad [\text{Pa}]$$

$$U_3 = U_2 = 9.96 \quad [\text{m/s}] \quad (\text{είδη διακλάση και άρα ίσες ταχύτητες τμήμα})$$

$$Z_3 = \phi$$

Οι αλλαγές είναι αναμενόμενες λόγω της ύψους, διότι όλα τα υδρόκοιτα έχουν (D, Re, f) ίσα, άρα και η απώλεια είναι ίδια και η πίεση του ποι.

Προσέχει: Ο κατακόρυφος ανοίκτης σωλήνας δεν έχει ποί, άρα ούτε καν απώλειες.

$$h_{L13} = \frac{49000}{7651.8} \times \frac{(2.6 + 1.1 + 2.3)}{(2.6 + 1.1 + 2.3) + 3.2 + \sqrt{5.4^2 + 3.5^2 + 1.8}} = 6.4037 \times \frac{6.0}{17.43} = 2.20 \quad \text{m}$$

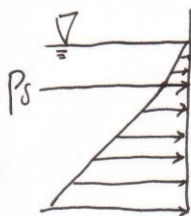
$$\frac{176000}{7651.8} + 0 + 5.2 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{9.96^2}{2 \times 9.81} + 0 + 2.20 \Rightarrow \left(\frac{P_3}{\gamma} = h\right) \quad h = 20.94 \quad [\text{m}]$$

ΘΕΜΑ 2

$$\gamma_1 = 810 \times 9.81 = 7946.1 \quad [\text{N/m}^3]$$

$$\gamma_2 = 9810 \quad [\text{N/m}^3]$$

PS: ನೀρα και λιπαρά



$$\alpha) F = F_1 + F_2 \Rightarrow 58000 = \left(\frac{1}{2} \times 7946.1 \times h\right) \cdot h + \frac{1}{2} \left[7946.1 h + (7946.1 h + 9810 \times 2) \right] \times 2 \Rightarrow$$

$$58000 = 3973.05 h^2 + 15892.2 h + 19620 \Rightarrow (: 3973.05) \rightarrow$$

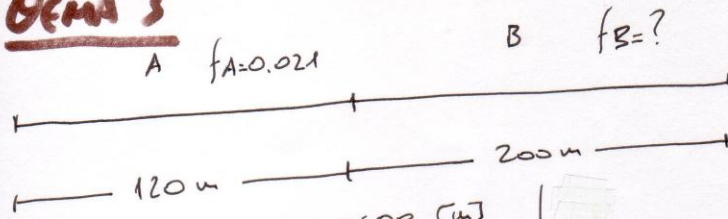
$$h^2 + 4h - 9.6601 = 0 \quad D = 4^2 - 4 \times 1 \times (-9.6601) = 54.6404$$

$$h_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{54.6404}}{2 \times 1} \rightarrow \begin{cases} 1.6960 \text{ m} \\ \text{αρνητικό ΑΔΕΥΚΑΤΟ} \end{cases}$$

$$\beta) PS = 7946.1 \cdot h$$

$$= 7946.1 \times 1.6960 = 13476.24 \quad [\text{Pa}]$$

QEMA 3



$$D_A = 2'' = 2 \times 0.0254 = 0.0508 \text{ [m]}$$

$$D_B = 3'' = 3 \times 0.0254 = 0.0762 \text{ [m]}$$

$$Q = 4 \text{ [l/s]} = 0.004 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$U_A = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D_A^2} = \frac{0.004}{\frac{\pi}{4} \times 0.0508^2} = 1.9735 \text{ [m/s]}$$

$$U_B = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D_B^2} = \frac{0.004}{\frac{\pi}{4} \times 0.0762^2} = 0.8771 \text{ [m/s]}$$

$$\Sigma h_L = h_{LA} + h_{LB} \Rightarrow 14 = 0.021 \frac{120}{0.0508} \times \frac{1.9735^2}{2 \times 9.81} + \frac{200}{0.0762} \times \frac{0.8771^2}{2 \times 9.81} \Rightarrow \boxed{f_B = 0.040}$$

$$P) Re_A = \frac{U_A \times \rho \cdot D_A}{\mu} = \frac{U_A D_A}{\nu} = \frac{1.9735 \times 0.0508}{10^{-6}} = 100254$$

$$Re_B = \frac{U_B D_B}{\nu} = \frac{0.8771 \times 0.0762}{10^{-6}} = 66835$$

Ans is Jicppp4a: $\frac{\epsilon_A}{D_A} = 0.0006 \Rightarrow \epsilon_A = 0.0006 \times 0.0508 = 3.05 \times 10^{-5} \text{ m} = 0.0305 \text{ [mm]}$

$$\frac{\epsilon_B}{D_B} = 0.012 \Rightarrow \epsilon_B = 0.012 \times 0.0762 = 9.14 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.914 \text{ [mm]}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

ΗΜ/ΝΙΑ: 25 ΙΟΥΝΙΟΥ 2012

Η διάρκεια της εξέτασης είναι δύο (2) ώρες. Επιτρέπεται μόνο μία χειρόγραφη κόλλα Α4 (γραμμένη από τον εξεταζόμενο), η οποία πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με την εκφώνηση και το γραπτό.

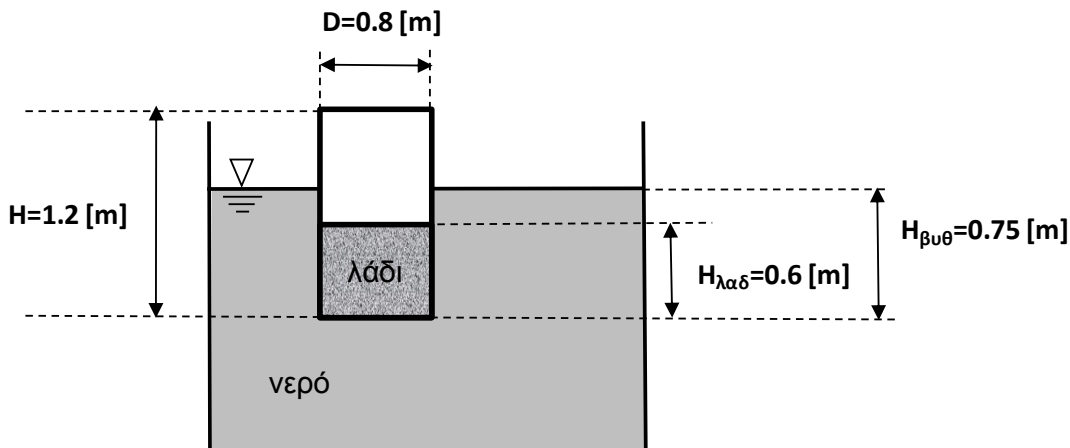
1^ο ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Κυλινδρικό δοχείο από αλουμίνιο, διαμέτρου $D=0.8$ [m] και ύψους $H=1.2$ [m], με τον άξονά του σε κατακόρυφη θέση, είναι μερικώς βυθισμένο σε νερό πυκνότητας 998 [kg/m³] κατά $H_{\text{βυθ}}=0.75$ [m]. Το δοχείο περιέχει λάδι πυκνότητας 1200 [kg/m³] το οποίο καταλαμβάνει το κατώτερο τμήμα του δοχείου βάθους $H_{\text{λαδ}}=0.6$ [m]. Να υπολογίσετε:

α) Το βάρος του μετάλλου του δοχείου (απόβαρο). (**1.5 μονάδες**)

β) Το βύθισμα $H_{\text{βυθ}}$ του δοχείου στο νερό, εάν προσθέσουμε λάδι μέχρι αυτό να καταλαμβάνει $H_{\text{λαδ}}=0.75$ [m]. (**1.5 μονάδες**)

γ) Το πάχος του δοχείου, εάν το αλουμίνιο έχει πυκνότητα 2700 [kg/m³]. (**0.5 μονάδες**)

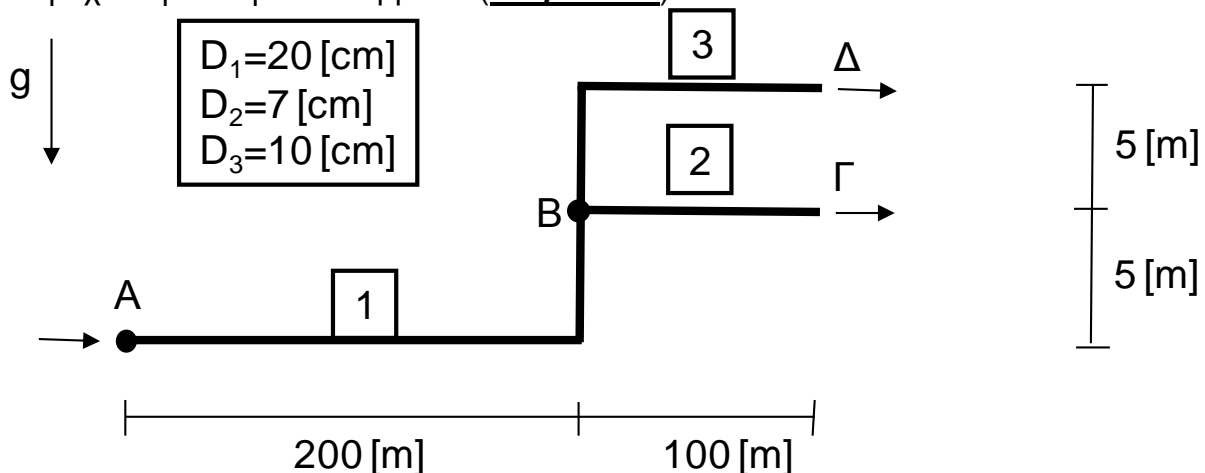


2^ο ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Κατακόρυφο δίκτυο ύδρευσης παριστάνεται στο σχήμα. Το νερό εισέρχεται στον κλάδο 1 με παροχή 1200 [lt/min] και εξέρχεται από τους κλάδους 2 και 3. Η παροχή του κλάδου 3 είναι διπλάσια αυτής του κλάδου 2. Η σχετική πίεση στον κόμβο Α είναι 2 [bar], ενώ ο συντελεστής τριβής όλων των αγωγών είναι 0.025 . Τα μήκη και οι διαμέτροι των αγωγών δίνονται στο σχήμα. Εάν αγνοηθούν οι τοπικές απώλειες, να υπολογίσετε:

(α) Τη σχετική πίεση στους κόμβους Γ και Δ. (**2.0 μονάδες**)

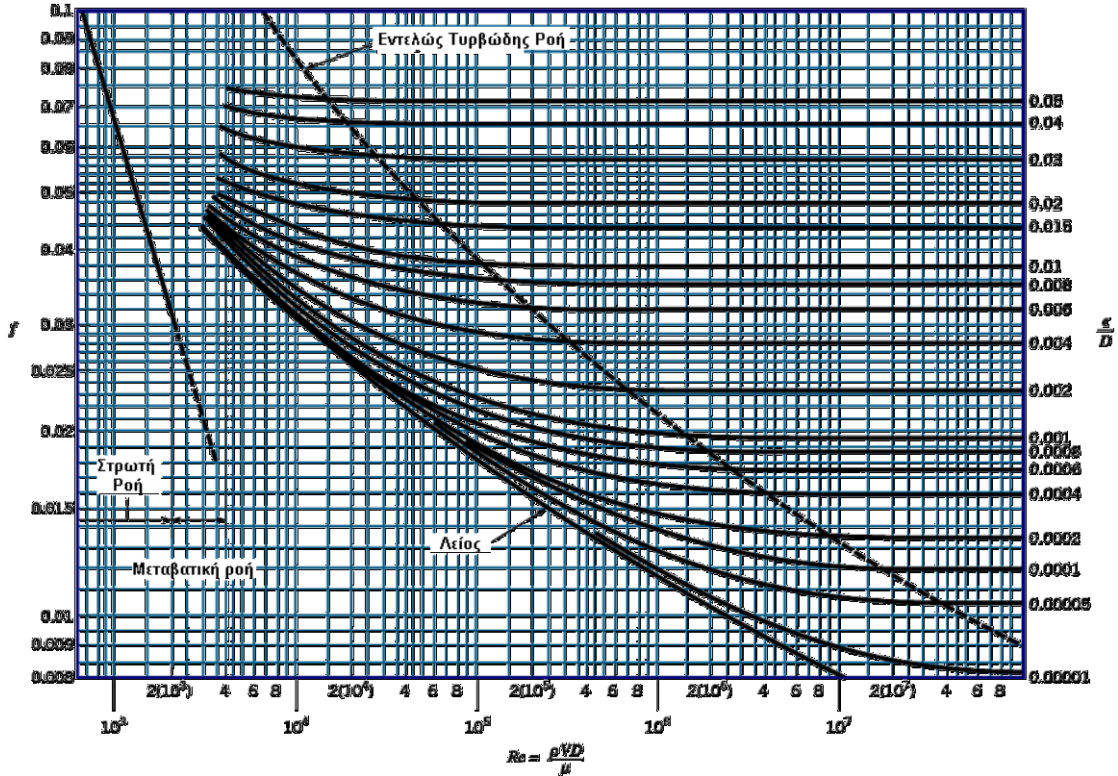
(β) Τη σχετική πίεση στον κόμβο Β. (**1.0 μονάδα**)



3° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Καινούργιος ευθύγραμμος αγωγός διαμέτρου 7.62 [cm] και μήκους 125 [m], έχει 20 βάνες (με συντ/στή απωλειών $K=3.5$) διατεταγμένες κατά μήκος του. Ο συντ/στής τριβής του λείου αγωγού είναι $f=0.0145$ και η συνολική πτώση πίεσης είναι 7.35 [bar].

- (α) Να υπολογίσετε την παροχή του αγωγού. **(1.0 μονάδα)**
- (β) Για την ίδια παροχή με το (α) μετά από 5 έτη λειτουργίας παρουσιάζεται αύξηση των συνολικών απωλειών κατά 10%. Εάν ο συντ/στής K των βανών δεν μεταβλήθηκε, να υπολογίσετε τη νέα τιμή του συντ/στή f την τραχύτητα του αγωγού σε [mm] χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Moody στο κάτω μέρος της σελίδας. **(2.0 μονάδες)**
- (γ) Εάν η παροχή είναι 22 [lt/s] να υπολογίσετε τη συνολική πτώση πίεσης του παλαιωμένου αγωγού. **(0.5 μονάδες)**



$$l_{εισ}/D=0.06Re \quad l_{εισ}/D=4.4Re^{1/6} \quad \Delta p/l = 2\tau/lr \quad \tau=2\tau_w r/D$$

$$\Delta p=4l\tau_w/D \quad \tau = -\mu(du/dr) \quad u(r) = \left(\frac{\Delta p D^2}{16\mu l}\right) \left[1 - \left(\frac{2r}{D}\right)^2\right] = U_c \left[1 - \left(\frac{2r}{D}\right)^2\right]$$

$$Q = \frac{\pi D^4 \Delta p}{128 \mu l} \quad U_m = \frac{\pi R^2 U_c}{2\pi R^2} = \frac{U_c}{2} = \frac{\Delta p D^2}{32 \mu l}$$

$$\Delta p = f \frac{\ell \rho V^2}{D} \quad f = 64/Re \quad f = \phi(Re, \frac{\epsilon}{D}) \quad D_h = 4A/\Pi$$

$h_L = f \frac{\ell V^2}{D} \frac{1}{2g}$

$h_L = K_L \frac{V^2}{2g}$

$\Delta p = K_L \frac{1}{2} \rho V^2$

Ροή σε αγωγούς - απώλειες

$$\gamma = \frac{B}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g \quad \rho = \frac{p}{RT} = \frac{p MW}{RT}$$

$$K = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial \rho}{\partial p} \right]_T = \frac{1}{E} \text{ [Pa}^{-1}] \quad \beta = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial \rho}{\partial T} \right]_p \text{ [K}^{-1}]$$

$$\tau = \mu \frac{dU}{dy} \quad \text{Ιδιότητες ρευστων}$$

Υδροστατική

$$P = \rho gh \quad F_R = \rho ghA$$

$$F_R = \gamma h_c A \quad y_R = \frac{I_{xc}}{y_c A} + y_c \quad x_R = \frac{I_{yc}}{y_c A} + x_c$$

$$F_R = F_1 + F_2 \quad F_R y_A = F_1 y_1 + F_2 y_2$$

$$F_x = \gamma \int_A y \sin \theta da = \gamma \int y da \quad A_x$$

$$F_y = \gamma \int_A y \cos \theta da = \gamma \int y da \quad A_y = \gamma V_f$$

$$F_A = \rho g V = \gamma V$$

$$\rho + \frac{1}{2} \rho U^2 + \gamma z = \text{σταθερό} \quad \text{Bernoulli}$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \rho_1 U_1 A_1 = \rho_2 U_2 A_2$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow U_1 A_1 = U_2 A_2 \quad \dot{m} = \rho Q$$

1000 [kg/m³] 1.2 [kg/m³]
0.001 [Pa s] 0.000018 [Pa s]

Dem 1^e

$$a) B = A \Rightarrow B_{\text{box}} + B_{\text{upp}} = A_{\text{verp}} \Rightarrow B_{\text{box}} + \rho_{\text{upp}} \cdot g \cdot V_{\text{upp}} = \rho_{\text{verp}} \cdot g \cdot V_{\text{verp}} \Rightarrow$$

$$B_{\text{box}} + 1200 \times 9.81 \times \frac{\pi}{4} \times 0.8^2 \times 0.6 = 998 \times 9.81 \times \frac{\pi}{4} \times 0.8^2 \times 0.75 \Rightarrow$$

$$\boxed{B_{\text{box}} = 140.53 \text{ [N]}}$$

$$b) B' = A' \Rightarrow B_{\text{box}} + B_{\text{upp}}' = A_{\text{verp}}' \Rightarrow B_{\text{box}} + \rho_{\text{upp}} \cdot g \cdot V_{\text{upp}}' = \rho_{\text{verp}} \cdot g \cdot V_{\text{verp}}' \Rightarrow$$

$$140.53 + 1200 \times 9.81 \times \frac{\pi}{4} \times 0.8^2 \times 0.75 = 998 \times 9.81 \times \frac{\pi}{4} \times 0.8^2 \times H_{\text{verp}}' \Rightarrow$$

$$\boxed{H_{\text{verp}}' = 0.9304 \text{ [m]}}$$

$$c) B_{\text{box}} = \rho_{\text{liq}} \cdot g \cdot V_{\text{box}} \Rightarrow V_{\text{box}} = \frac{140.53}{2700 \times 9.81} = 0.0053056 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{box}} = S \left[2 \times \left(\frac{\pi}{4} \times 0.8^2 \right) + \pi \times 0.8 \times 1.2 \right] \Rightarrow S = 0.00132 \text{ m} = \underline{\underline{1.32 \text{ mm}}}$$

Dem 2^e

$$a) \left. \begin{aligned} Q_1 &= Q_2 + Q_3 \\ Q_3 &= 2Q_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 1200 = Q_2 + 2Q_2 \Rightarrow Q_2 = 400 \text{ lt/min}$$

$$Q_3 = 800 \text{ lt/min}$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{1200}{\frac{\pi}{4} \times 0.20^2} = 0.6366 \text{ m/s}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{400}{\frac{\pi}{4} \times 0.07^2} = 1.7323 \text{ m/s}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{800}{\frac{\pi}{4} \times 0.10^2} = 1.6977 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_1 = f \frac{L_1}{D_1} \frac{U_1^2}{2g} = 0.025 \frac{200.5}{0.20} \times \frac{0.6366^2}{2 \times 9.81} = 0.53 \text{ m}$$

$$\Delta h_2 = f \frac{L_2}{D_2} \frac{U_2^2}{2g} = 0.025 \frac{100}{0.07} \times \frac{1.7323^2}{2 \times 9.81} = 5.46 \text{ m}$$

$$\Delta h_3 = f \frac{L_3}{D_3} \frac{U_3^2}{2g} = 0.025 \frac{500}{0.10} \times \frac{1.6977^2}{2 \times 9.81} = 3.86 \text{ m}$$

Bernoulli A → Γ

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{U_A^2}{2g} + z_A = \frac{P_\Gamma}{\rho} + \frac{U_\Gamma^2}{2g} + z_\Gamma + (\Delta h_1 + \Delta h_2) \Rightarrow (U_A = U_1, U_\Gamma = U_2)$$

$$\frac{2 \times 10^5}{9810} + \frac{0.6366^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{P_\Gamma}{9810} + \frac{1.7323^2}{2 \times 9.81} + 5 + (0.53 + 5.46) \Rightarrow P_\Gamma = 90890.3 \text{ [Pa]} = \underline{\underline{0.91 \text{ bar}}}$$

Bernoulli A → Δ

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{U_A^2}{2g} + z_A = \frac{P_\Delta}{\rho} + \frac{U_\Delta^2}{2g} + z_\Delta + (\Delta h_1 + \Delta h_3) \Rightarrow (U_A = U_1, U_\Delta = U_3)$$

$$\frac{2 \times 10^5}{9810} + \frac{0.6366^2}{2 \times 9.81} + \phi = \frac{P_\Delta}{9810} + \frac{1.6977^2}{2 \times 9.81} + 10 + (0.53 + 3.86) \Rightarrow P_\Delta = 57595.6 \text{ [Pa]} = \underline{\underline{0.58 \text{ bar}}}$$

Bernoulli A → B

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{U_A^2}{2g} + z_A = \frac{P_B}{\rho} + \frac{U_B^2}{2g} + z_B + \Delta h_1 \quad (U_A = U_B = U_1)$$

$$\frac{2 \times 10^5}{9810} + \phi = \frac{P_B}{9810} + 5 + 0.53 \Rightarrow P_B = 145750.7 \text{ [Pa]} = \underline{\underline{1.46 \text{ bar}}}$$

DEMA 3

$$\Delta p = f \frac{L}{D} \frac{\rho U^2}{2} + \sum K \frac{\rho U^2}{2} \Rightarrow 7.35 \times 10^5 = 0.0145 \frac{125}{0.0762} \times \frac{1000 U^2}{2} + 20 \times 3.5 \times \frac{1000 U^2}{2} \Rightarrow$$

$$7.35 \times 10^5 = 11893.04 U^2 + 35000 U^2 \Rightarrow U = 3.96 \text{ (m/s)}$$

$$Q = U \cdot A = 3.96 \times \frac{\pi}{4} \times 0.0762^2 \Rightarrow \boxed{Q = 0.01806 \text{ m}^3/\text{s}} \\ = 18.06 \text{ lt/s}$$

$$\beta) \Delta p' = 1.1 \Delta p = 1.1 \times 7.35 = 8.085 \text{ (bar)}$$

$$8.085 \times 10^5 = f \frac{125}{0.0762} \times \frac{3.96^2 \times 1000}{2} + 20 \times 3.5 \times \frac{3.96^2 \times 1000}{2} \Rightarrow \boxed{f = 0.0202}$$

$$Re = \frac{U \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{3.96 \times 0.0762 \times 1000}{0.001} = 301752$$

Ans diameter body ya $Re = 300000$ dan $f = 0.020 \rightarrow \frac{\epsilon}{D} = 0.00085$

$$\text{Apa } \epsilon = 0.00085 \times 0.0762 = 6.48 \times 10^{-5} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\epsilon = 0.0648 \text{ (mm)}}$$

$$g) Q = \frac{22}{100} = 0.22 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q = U \cdot A = U = \frac{Q}{A} = \frac{0.22}{\frac{\pi}{4} \times 0.0762^2} = 4.82 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = 0.0202 \times \frac{125}{0.0762} \times \frac{1000 \times 4.82^2}{2} + 20 \times 3.5 \times \frac{1000 \times 4.82^2}{2} = 1198056.0 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta p = 11.98 \text{ (bar)}}$$

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΕΞΑΜΗΝΟ.....Α.Μ.....

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

ΜΑΘΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ Ι

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΟΦΙΑΛΙΔΗΣ

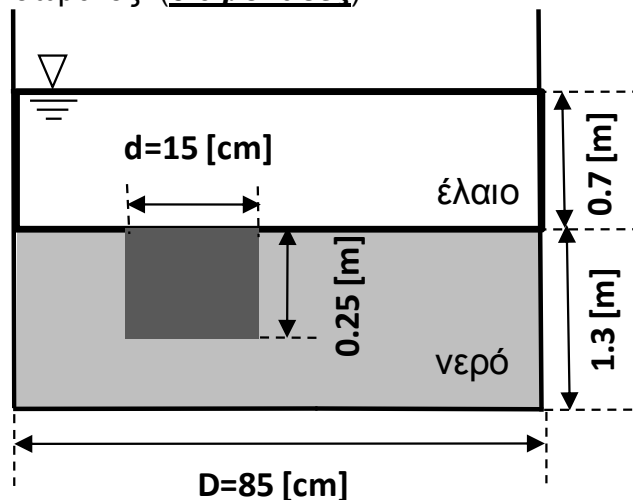
ΗΜ/ΝΙΑ: 25 ΙΟΥΝΙΟΥ 2012

Η διάρκεια της εξέτασης είναι δύο (2) ώρες. Επιτρέπεται μόνο μία χειρόγραφη κόλλα Α4 (γραμμένη από τον εξεταζόμενο), η οποία πρέπει να παραδοθεί οπωσδήποτε μαζί με την εκφώνηση και το γραπτό.

1° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Κυλινδρική δεξαμενή διαμέτρου $D=85$ [cm], περιέχει νερό και έλαιο, πυκνότητας 998 και 817 [kg/m^3], αντίστοιχα. Το στρώμα του νερού είναι 1.3 [m], ενώ αυτό του ελαίου 0.7 [m]. Επίσης, συμπαγές κυλινδρικό σώμα, διαμέτρου $d=15$ [cm] και μήκους 0.25 [m], ισορροπεί μέσα στη δεξαμενή με την επάνω επιφάνειά του να συμπίπτει με τη διεπιφάνεια των δύο ρευστών, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

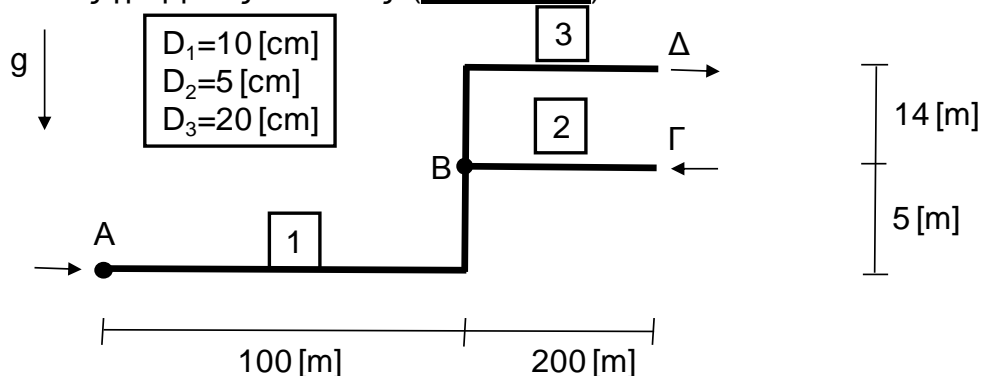
- Την υδροστατική δύναμη που ασκείται στον πυθμένα της δεξαμενής. (1.5 μονάδες)
- Το βάρος του σώματος. (1.5 μονάδες)
- Την πυκνότητα του σώματος. (0.5 μονάδες)



2° ΘΕΜΑ (3.0 μονάδες):

Κατακόρυφο δίκτυο ύδρευσης παριστάνεται στο σχήμα. Το νερό εισέρχεται στον κλάδο 1 με παροχή 350 [lt/min] και στον κλάδο 2 με διπλάσια ταχύτητα από τον κλάδο 1, ενώ εξέρχεται από τον κλάδο 3. Η σχετική πίεση στους κόμβους Α και Γ είναι 2 και 1.89 [bar], αντίστοιχα, ενώ ο συντελεστής τριβής αγωγών 1, 2 και 3 είναι 0.023, 0.0103 και 0.0215. Τα μήκη και οι διαμέτροι των αγωγών δίνονται στο σχήμα. Εάν αγνοηθούν οι τοπικές απώλειες, να υπολογίσετε:

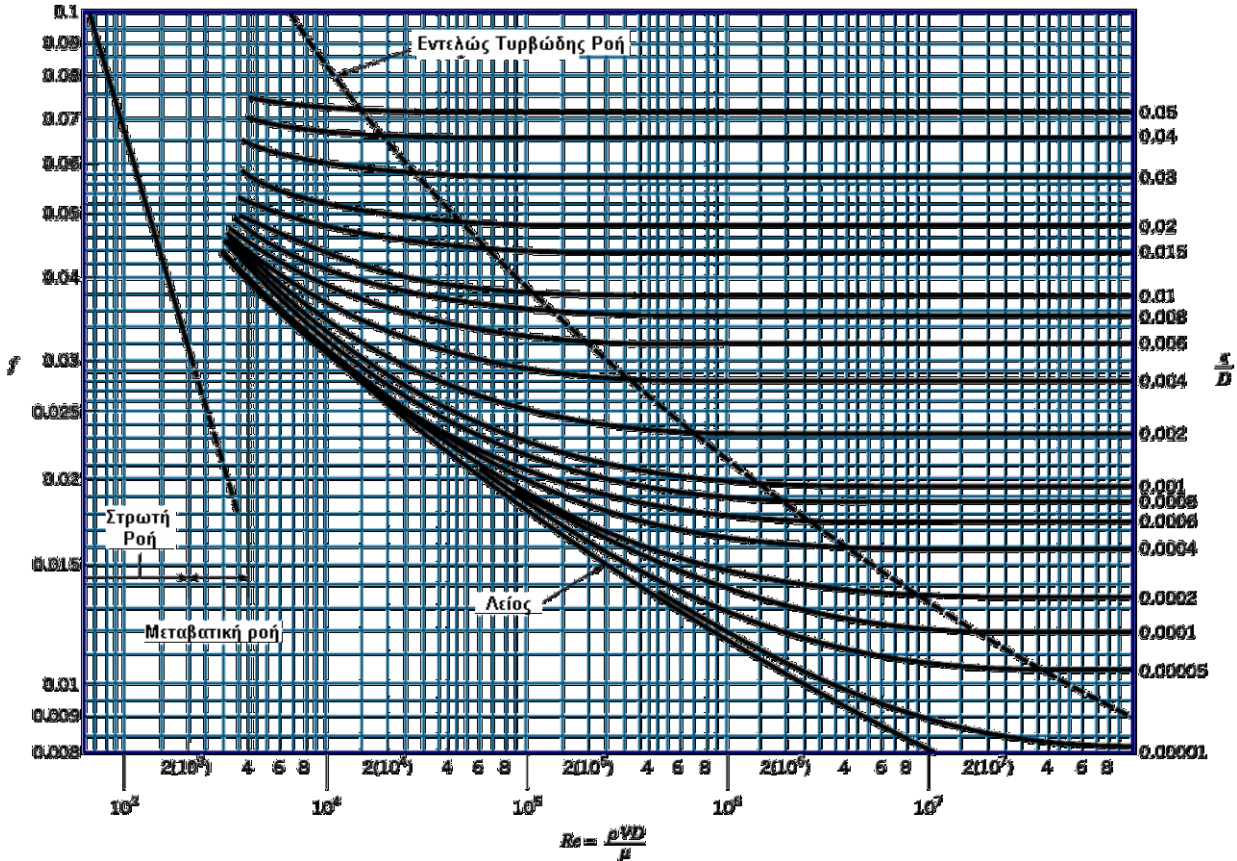
- Τη σχετική πίεση στον κόμβο Δ. (2.0 μονάδες)
- Τις συνολικές γραμμικές απώλειες. (1.0 μονάδα)



3° ΘΕΜΑ (3.5 μονάδες):

Κυλινδρικός, λείος, κατακόρυφος σωλήνας, μήκους 50 [m] και διαμέτρου 20 [cm], χρησιμοποιείται για την απαγωγή αερα από υπόγεια στοά ορυχείου στην επιφάνεια του εδάφους. Η στοά βρίσκεται σε ατμοσφαιρική πίεση. Να υπολογίσετε

- (α) Την υποπίεση του σωλήνα στην επιφάνεια του εδάφους, ώστε να παράγεται θεωρητική παροχή 15000 [lit/min], δηλαδή με αμελητέες τριβές. **(1.5 μονάδες)**
- (β) Την πραγματική παροχή με την υποπίεση που βρήκατε στο (α) παραπάνω, συνυπολογίζοντας και τις γραμικές απώλειες τριβές. Απαιτείται δοκιμή και σφάλμα. Να πραγματοποιηθεί μία επανάληψη. **(2.0 μονάδες)**



$$I_{εισ}/D=0.06Re \quad I_{εισ}/D=4.4Re^{1/6} \quad \Delta p/l = 2\pi r \tau = 2\tau_w r/D$$

$$\Delta p = 4l\tau_w/D \quad \tau = -\mu(du/dr) \quad u(r) = \left(\frac{\Delta p D^2}{16\mu l}\right) \left[1 - \left(\frac{2r}{D}\right)^2\right] = U_c \left[1 - \left(\frac{2r}{D}\right)^2\right]$$

$$Q = \frac{\pi D^4 \Delta p}{128 \mu l} \quad U_m = \frac{\pi R^2 U_c}{2\pi R^2} = \frac{U_c}{2} = \frac{\Delta p D^2}{32 \mu l}$$

$$\Delta p = f \frac{\ell \rho V^2}{D} \quad f = 64/Re \quad f = \phi\left(Re, \frac{\epsilon}{D}\right) \quad Re = (\rho U L / \mu)$$

$$h_L = f \frac{\ell V^2}{D 2g} \quad h_L = K_L \frac{V^2}{2g} \quad \Delta p = K_L \frac{1}{2} \rho V^2 \quad D_H = 4A/\Pi$$

Ροή σε αγωγούς - απώλειες

$$\gamma = \frac{B}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g \quad \rho = \frac{p}{RT} = \frac{p MW}{RT}$$

$$K = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial \rho}{\partial p} \right]_T = \frac{1}{E} \text{ [Pa}^{-1}] \quad \beta = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial \rho}{\partial T} \right]_p \text{ [K}^{-1}]$$

$$\tau = \mu \frac{dU}{dy} \quad \text{Ιδιότητες ρευστών}$$

$$\rho + \frac{1}{2} \rho U^2 + \gamma z = \text{σταθερό} \quad \text{Bernoulli}$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \Rightarrow \rho_1 U_1 A_1 = \rho_2 U_2 A_2$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow U_1 A_1 = U_2 A_2 \quad \dot{m} = \rho Q$$

Υδροστατική

$$P = \rho g h \quad F_R = \rho g h A$$

$$F_R = \gamma h_c A \quad y_R = \frac{I_{xc}}{y_c A} + y_c \quad x_R = \frac{I_{yc}}{y_c A} + x_c$$

$$F_R = F_1 + F_2 \quad F_R y_A = F_1 y_1 + F_2 y_2$$

$$F_x = \gamma \int y \sin \theta dA = \gamma \int y dA_x$$

$$F_y = \gamma \int y \cos \theta dA = \gamma \int y dA_y = \gamma V_f$$

$$F_A = \rho g V = \gamma V$$

1000 [kg/m³] 1.2 [kg/m³]
0.001 [Pa s] 0.000018 [Pa s]

TEMA 1

a) $P_{hid} = \rho \cdot g \cdot h_v + \rho \cdot g \cdot h_1 = (998 \times 1.3 + 817 \times 0.7) \times 9.81 = 18337.83 \text{ Pa}$

$A_{hid} = \frac{\pi D^2 \Sigma}{4} = \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 = 0.5675 \text{ m}^2$

$F_{hid} = P_{hid} \cdot A_{hid} = 18337.83 \times 0.5675 = 10406.72 \text{ N}$

43.25 N

b) $B_6 = A_6 \Rightarrow B_6 = A_v + A_1 = \rho \cdot g \cdot V_v + \rho \cdot g \cdot V_1 \Rightarrow B_6 = 817 \times 9.81 \times (\frac{\pi}{4} \times 0.15^2 \times 0.25) = 35406 \text{ N}$

($V_v = 0$: to simpu dan akan ada dua perbedaan f'ca 570 JPS)

c) $B_6 = m_c \cdot g = (\frac{m_c}{V_c}) V_c \cdot g = \rho_c \cdot V_c \cdot g \Rightarrow \rho_c = \frac{B_6}{V_c \cdot g} = \frac{35406}{\frac{\pi}{4} \times 0.15^2 \times 0.25 \times 9.81} = 398 \text{ kg/m}^3$

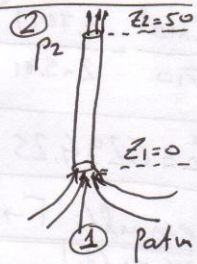
TEMA 3

a) Bernoulli 1 → 2: $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2$

$\gamma = \rho \cdot g = 1.2 \times 981 = 11.772 \text{ N/m}^3$

$U_1 = 0$
 $P_1 = 101325 \text{ Pa}$
 $z_1 = 0, z_2 = 50 \text{ m}$
 $U_2 = \frac{Q}{A} = \frac{60000}{\frac{\pi}{4} \times 0.2^2} = 7.96 \text{ m/s}$

$P_2 = 100698.4 \text{ Pa}$



$\gamma_{manometer} = P_{atm} - P_2 = 101325 - 100698.4 = 626.6 \text{ Pa}$

b) Bernoulli 1 → 2: $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + \Delta h_{pp}$ (1)

$U_1 = 0$
 $P_1 = 101325, P_2 = 100698.4 \text{ Pa}$
 $z_1 = 0, z_2 = 50 \text{ m}$

(i) Untuk $U_2 = 7.96 \text{ m/s}$ (xupis yubis). Maka $Re = \frac{\rho \cdot U \cdot D}{\mu} = \frac{1.2 \times 7.96 \times 0.20}{1.8 \times 10^{-5}} = 106133$

Ani diappara Moody: $f = 0.018$

Apa $\Delta h = f \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} = 0.018 \frac{50}{0.2} \times \frac{U^2}{2 \times 9.81} = 0.2294 U^2$

(1) $\frac{101325}{11.772} = \frac{100698.4}{11.772} + \frac{U_2^2}{2 \times 9.81} + 50 + 0.2294 U_2^2 \Rightarrow U_2 = 3.39 \text{ m/s}$

(ii) $U_2 = 3.39 \rightarrow Re = 45242 \rightarrow f = 0.0215 \rightarrow \Delta h = 0.2740 U_2^2$

$\frac{101325}{11.772} = \frac{100698.4}{11.772} + \frac{U_2^2}{2 \times 9.81} + 50 + 0.2740 U_2^2 \Rightarrow U_2 = 3.15 \text{ m/s}$

$Q_{\eta} = U_2 \cdot A = 3.15 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 = 9.9014 \text{ m}^3/\text{s} = 5940 \text{ lt/min}$

DEMA 2^e

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow 350 + 175 = Q_3 \Rightarrow Q_3 = 525 \text{ l/min} \Rightarrow U_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{525}{\frac{\pi}{4} \times 0.20^2} \Rightarrow U_3 = 0.2785 \text{ m/s}$$

$$U_2 = 2U_1 = 2 \times 0.7427 = 1.4854 \text{ [m/s]} \Rightarrow Q_2 = U_2 A_2 = 1.4854 \times \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 = 2.9167 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]} = 175 \text{ [l/min]}$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{350}{\frac{\pi}{4} \times 0.20^2} = 0.7427 \text{ [m/s]}$$

Bernoulli A \rightarrow Δ : $\frac{P_A}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} + Z_A = \frac{P_\Delta}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + Z_\Delta + \Delta h_1 + \Delta h_3 \Rightarrow$

$$\frac{2 \times 10^5}{9810} + \frac{0.7427^2}{2 \times 9.81} + 0 = \frac{P_\Delta}{9810} + \frac{0.2785^2}{2 \times 9.81} + 19 + 0.027 \times \frac{(100+5) \cdot 0.7427^2}{0.10 \cdot 2 \times 9.81} + 0.0215 \times \frac{(200+14) \cdot 0.2785^2}{0.2 \cdot 2 \times 9.81}$$

$$P_\Delta = 6294.25 \text{ [Pa]}$$

Bernoulli $\Gamma \rightarrow \Delta$ (wallarunca) $\frac{P_\Gamma}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + Z_\Gamma = \frac{P_\Delta}{\gamma} + \frac{U_3^2}{2g} + Z_\Delta + \Delta h_2 + \Delta h_3 \Rightarrow$

$$\frac{1.89 \times 10^5}{9810} + \frac{1.4854^2}{2 \times 9.81} + 5 = \frac{P_\Delta}{9810} + \frac{0.2785^2}{2 \times 9.81} + 19 + 0.0103 \times \frac{200 \cdot 1.4854^2}{0.05 \cdot 2 \times 9.81} + 0.0215 \times \frac{(200+14) \cdot 0.2785^2}{0.2 \cdot 2 \times 9.81}$$

$$P_\Delta = 6380.15 \text{ [Pa]}$$

$$\beta) \Delta h_1 = 0.027 \times \frac{105}{0.10} \times \frac{0.7427^2}{2 \times 9.81} = 0.68 \text{ m}$$

$$\Delta h_2 = 0.0103 \times \frac{200}{0.05} \times \frac{1.4854^2}{2 \times 9.81} = 4.63 \text{ m}$$

$$\Delta h_3 = 0.0215 \times \frac{214}{0.20} \times \frac{0.2785^2}{2 \times 9.81} = 0.09 \text{ m}$$

$\Sigma \Delta h =$

$$= 5.40 \text{ m}$$