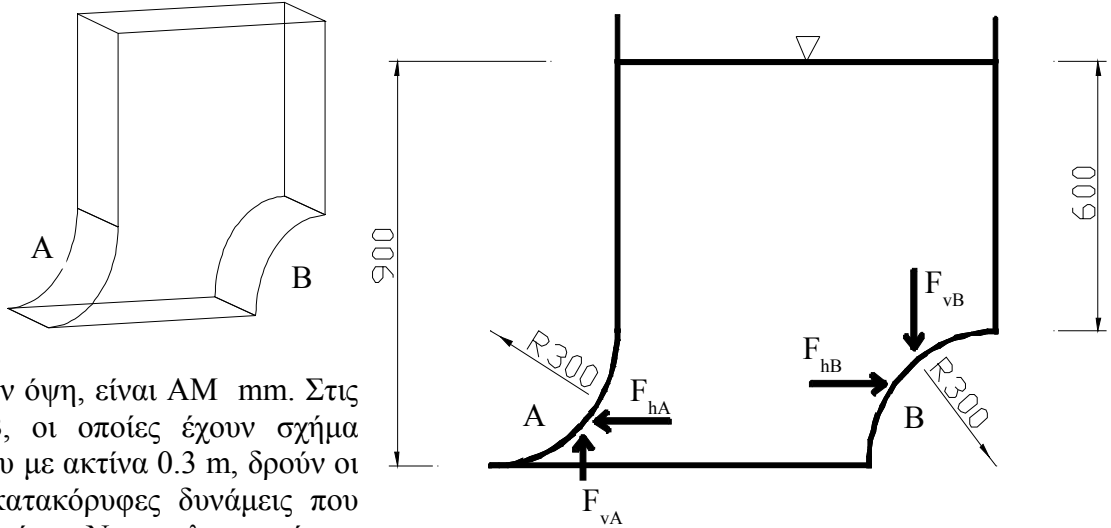


Διάρκεια εξέτασης 2 ώρες

ΘΕΜΑΤΑ

1. Στο σχήμα φαίνεται δεξαμενή νερού σε όψη και προοπτικό. Οι διαστάσεις είναι σε mm. Το πλάτος της δεξαμενής, δηλαδή η διάσταση που δεν φαίνεται στην όψη, είναι  $AM$  mm. Στις θύρες A και B, οι οποίες έχουν σχήμα τεταρτοκυλίνδρου με ακτίνα  $0.3$  m, δρουν οι οριζόντιες και κατακόρυφες δυνάμεις που φαίνονται στο σχήμα. Να υπολογιστούν οι δυνάμεις αυτές.



(μονάδες  $4 \times 0.75 = 3.0$ ).

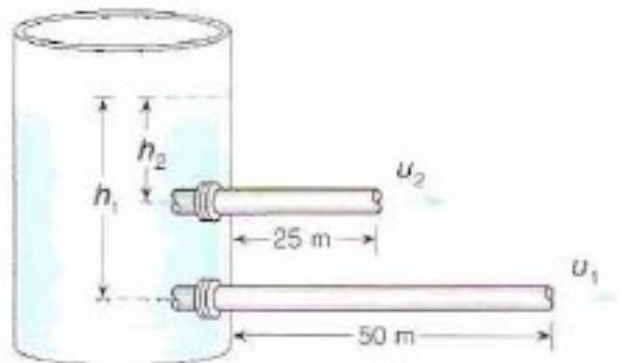
2. Για την μεταφορά παροχής νερού ίσης με  $AM \text{ cm}^3/\text{sec}$ , μπορούμε να διαθέσουμε λείους αγωγούς από PVC τριών διαφορετικών ονομαστικών διαμέτρων που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Η επιτρεπόμενη μέση ταχύτητα είναι από  $0.5$  έως  $1.9$  m/s. Να βρεθεί με ποιιά, ή με ποιές από αυτές τις διαμέτρους η ταχύτητα είναι μέσα στις επιτρεπόμενες τιμές. Για τη διάμετρο ή τις διαμέτρους αυτές, να βρεθεί το ύψος των απωλειών ενέργειας σε  $100$  m μήκους του αγωγού ή των αγωγών (κινηματικό ιξώδες νερού  $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

α/α	Ονομαστική διάμετρος (mm)	Πάχος τοιχώματος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)
1	50	1.5	47
2	63	1.9	59.2
3	75	2.2	70.6

(μονάδες 3.0).

3. Από τη δεξαμενή του σχήματος, εκρέουν δύο αγωγοί, οι οποίοι έχουν εσωτερική διάμετρο  $5$  cm. Η παροχή του αγωγού 2, που έχει μήκος  $L_2 = 25$  m είναι  $Q_2 = 1.5$  lt/sec και αυτή του αγωγού 1, με μήκος  $L_1 = 50$  m είναι  $Q_1 = 2.0$  lt/sec. Να υπολογιστούν τα ύψη  $h_1$  και  $h_2$ .

(μονάδες 4.0).



## Λύσεις

### Θέμα 1<sup>ο</sup>:

Οι οριζόντιες δυνάμεις είναι ίσες μεταξύ τους, επειδή οι κατακόρυφες προβολές των θυρών Α και Β είναι ίσες μεταξύ τους, αφού είναι και οι δύο ορθογώνια παραλληλόγραμμα με διαστάσεις 300xAM mm, και σε βάθος από 600 έως 900 mm.

Είναι επομένως:

$$F_{hA} = F_{hB} = \gamma \cdot z_k \cdot A = 9810 \frac{0.6 + 0.9}{2} \cdot 0.3 \frac{AM}{1000}$$

Οι κατακόρυφες δυνάμεις είναι:

$$F_{vA} = \gamma \cdot V_{vA} = 9810 \cdot 0.3 \cdot 0.6 \frac{AM}{1000} + 9810 \frac{\pi \cdot 0.3^2}{4} \frac{AM}{1000}$$

και

$$F_{vB} = \gamma \cdot V_{vB} = 9810 \cdot 0.3 \cdot 0.9 \frac{AM}{1000} + 9810 \frac{\pi \cdot 0.3^2}{4} \frac{AM}{1000}$$

AM	FhA=FhB (N)	FvA (N)	FvB (N)
1250	2759	3074	2444
1500	3311	3689	2933
1750	3863	4304	3422
2000	4415	4918	3911
2250	4966	5533	4399
2500	5518	6148	4888
2750	6070	6763	5377
3000	6622	7378	5866
3250	7174	7992	6355
3500	7725	8607	6843
3750	8277	9222	7332
4000	8829	9837	7821
4250	9381	10452	8310
4500	9933	11067	8799
4750	10484	11681	9288
5000	11036	12296	9776
5250	11588	12911	10265
5500	12140	13526	10754
5750	12692	14141	11243
6000	13244	14755	11732
6250	13795	15370	12220
6500	14347	15985	12709
6750	14899	16600	13198
7000	15451	17215	13687
7250	16003	17829	14176

### Θέμα 2<sup>ο</sup>:

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται:

- η παροχή για διαφορετικούς AM.
- Η ταχύτητα σε κάθε έναν από τους τρεις αγωγούς, με την ονομαστική του διάμετρο, δηλαδή πχ V50 είναι η ταχύτητα στον αγωγό των 50mm (ονομαστική διάμετρος). Αυτή, προσδιορίζεται από την σχέση:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

όπου όμως V, είναι εδώ η εσωτερική διάμετρος, δηλαδή στο παράδειγμά μας 0,047m. Οι τιμές της ταχύτητας που είναι εκτός των επιτρεπόμενων ορίων, φαίνονται με κόκκινο χρώμα.

- Ο αριθμός Reynolds για κάθε διάμετρο επίσης, ο δεκαδικός του λογάριθμος (που δεν είναι απαραίτητος), η τιμή του συντελεστή γραμμικών απωλειών που συμβολίζεται με f, και οι απώλειες σε m.

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

$$\Delta H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Στις σχέσεις αυτές, D είναι η εσωτερική διάμετρος, ν το κινηματικό ιξώδες. Ο συντελεστής f, προσδιορίζεται από το διάγραμμα Moody, ή από οποιαδήποτε σχετική σχέση.

Καλή επιτυχία!

AM	Q(m3/sec)	V50	V63	V75	Re50	Re63	Re75	logRe50	logRe63	logRe75	f50	f63	f75	ΔH50	ΔH63	ΔH75
1250	0,001250	0,720	0,454	0,319	33863	26884	22543	4,53	4,43	4,35	0,0229	0,0239	0,0247	1,29	0,42	0,18
1500	0,001500	0,865	0,545	0,383	40635	32261	27052	4,61	4,51	4,43	0,0221	0,0231	0,0239	1,79	0,59	0,25
1750	0,001750	1,009	0,636	0,447	47408	37638	31560	4,68	4,58	4,5	0,0214	0,0224	0,0232	2,36	0,78	0,33
2000	0,002000	1,153	0,727	0,511	54180	43015	36069	4,73	4,63	4,56	0,0208	0,0218	0,0226	3	0,99	0,43
2250	0,002250	1,297	0,817	0,575	60953	48392	40578	4,78	4,68	4,61	0,0203	0,0213	0,0221	3,7	1,23	0,53
2500	0,002500	1,441	0,908	0,639	67726	53769	45086	4,83	4,73	4,65	0,0198	0,0208	0,0216	4,46	1,48	0,64
2750	0,002750	1,585	0,999	0,702	74498	59145	49595	4,87	4,77	4,7	0,0194	0,0204	0,0212	5,28	1,75	0,75
3000	0,003000	1,729	1,090	0,766	81271	64522	54104	4,91	4,81	4,73	0,0190	0,0200	0,0208	6,15	2,05	0,88
3250	0,003250	1,873	1,181	0,830	88043	69899	58612	4,94	4,84	4,77	0,0186	0,0197	0,0204	7,09	2,36	1,02
3500	0,003500	2,017	1,272	0,894	94816	75276	63121	4,98	4,88	4,8	0,0183	0,0193	0,0201	8,07	2,69	1,16
3750	0,003750	2,161	1,362	0,958	101588	80653	67630	5,01	4,91	4,83	0,0180	0,0190	0,0198	9,11	3,04	1,31
4000	0,004000	2,306	1,453	1,022	108361	86030	72138	5,03	4,93	4,86	0,0177	0,0187	0,0195	10,2	3,4	1,47
4250	0,004250	2,450	1,544	1,086	115133	91407	76647	5,06	4,96	4,88	0,0174	0,0185	0,0192	11,34	3,79	1,64
4500	0,004500	2,594	1,635	1,150	121906	96783	81156	5,09	4,99	4,91	0,0172	0,0182	0,0190	12,52	4,19	1,81
4750	0,004750	2,738	1,726	1,213	128679	102160	85664	5,11	5,01	4,93	0,0169	0,0180	0,0187	13,76	4,6	1,99
5000	0,005000	2,882	1,817	1,277	135451	107537	90173	5,13	5,03	4,96	0,0167	0,0177	0,0185	15,03	5,04	2,18
5250	0,005250	3,026	1,907	1,341	142224	112914	94681	5,15	5,05	4,98	0,0165	0,0175	0,0183	16,36	5,48	2,38
5500	0,005500	3,170	1,998	1,405	148996	118291	99190	5,17	5,07	5	0,0163	0,0173	0,0181	17,73	5,95	2,58
5750	0,005750	3,314	2,089	1,469	155769	123668	103699	5,19	5,09	5,02	0,0161	0,0171	0,0179	19,14	6,42	2,79
6000	0,006000	3,458	2,180	1,533	162541	129045	108207	5,21	5,11	5,03	0,0159	0,0169	0,0177	20,59	6,92	3
6250	0,006250	3,602	2,271	1,597	169314	134422	112716	5,23	5,13	5,05	0,0157	0,0167	0,0175	22,09	7,42	3,22
6500	0,006500	3,747	2,361	1,660	176086	139798	117225	5,25	5,15	5,07	0,0155	0,0166	0,0173	23,62	7,95	3,45
6750	0,006750	3,891	2,452	1,724	182859	145175	121733	5,26	5,16	5,09	0,0154	0,0164	0,0172	25,2	8,48	3,69
7000	0,007000	4,035	2,543	1,788	189632	150552	126242	5,28	5,18	5,1	0,0152	0,0162	0,0170	26,81	9,03	3,93
7250	0,007250	4,179	2,634	1,852	196404	155929	130751	5,29	5,19	5,12	0,0150	0,0161	0,0169	28,46	9,59	4,17

### Θέμα 3ο:

Από την εφαρμογή της εξίσωσης Bernoulli μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας στην δεξαμενή και στην έξοδο καθενός από τους δύο αγωγούς, προκύπτει:

$$\frac{p_{\delta\epsilon\xi}}{\gamma} + h_{\delta\epsilon\xi} + \frac{U_{\delta\epsilon\xi}^2}{2g} = \frac{p_{\alpha\tau\mu}}{\gamma} + h_{\epsilon\xi} + \frac{U_1^2}{2g} + \Sigma \Delta h$$

Αφού αναλυθεί το  $\Sigma \Delta h$  σε γραμμικές και τοπικές απώλειες, μηδενιστούν η πίεση στην δεξαμενή, η πίεση στην έξοδο, η ταχύτητα στη δεξαμενή και αντικατασταθεί η διαφορά των υψομέτρων από το  $h_1$ :

$$h_1 = \frac{U_1^2}{2g} + k \frac{U_1^2}{2g} + f \frac{L}{D} \cdot \frac{U_1^2}{2g}$$

και αντίστοιχα για το ύψος  $h_2$ .

Q1	Q2	U1	U2	Re1	Re2	f1	f2	h1	h2
0,0020	0,0015	1,02	0,76	50930	38197	0,0210	0,0218	1,2136	0,3837