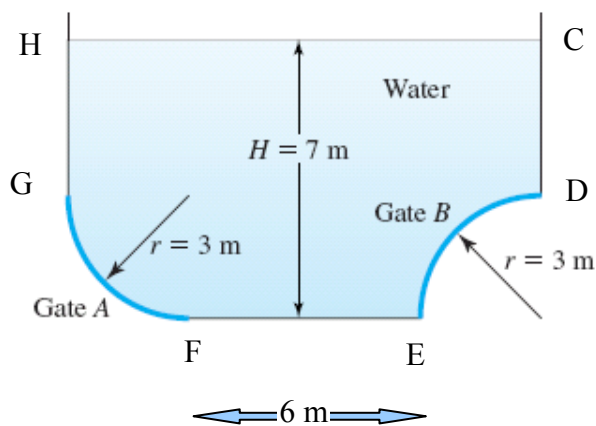


Διάρκεια εξέτασης 1.5 ώρα.

ΘΕΜΑΤΑ

1. Μια ξύλινη και μια ατσάλινη σφαίρα, ίδιας ακριβώς διαμέτρου, βυθίζονται στο ίδιο υγρό. Ποιά δέχεται μεγαλύτερη άνωση και γιατί? (μονάδες 1.0)
2. Υγρό πυκνότητας  $1280 \text{ kg/m}^3$  και δυναμικού ιξώδους  $0.008 \text{ kgm/s}$  ρέει σε κυκλικό αγωγό διαμέτρου  $0.12 \text{ m}$  και τραχύτητας  $0.1 \text{ mm}$ . Αν η ογκομετρική παροχή είναι  $1200 \text{ lt/min}$ , υπολογίστε τις γραμμικές απώλειες σε μήκος  $AM \text{ m}$  του σωλήνα. (μονάδες 3.0)
3. Η δεξαμενή της οποίας η τομή φαίνεται στο σχήμα, και η οποία περιέχει νερό, έχει πλάτος στη διάσταση που δεν φαίνεται ίσο με  $AM$  σε  $\text{mm}$ . Οι πύλες A και B είναι τεταρτοκύλινδροι ακτίνας  $3 \text{ m}$ . Η επιφάνεια FE έχει μήκος  $6 \text{ m}$ .
  - α) Ποιά είναι η δύναμη που δρά στην επιφάνεια FE?
  - β) Ποιά είναι η οριζόντια συνιστώσα της δύναμης που δρά στην επιφάνεια CDE?
  - γ) Για ποιό λόγο η οριζόντια συνιστώσα της δύναμης που δρά στην επιφάνεια CDE είναι ίση μ'αυτήν της δύναμης που δρά στην επιφάνεια FGH? (μονάδες  $1.0 + 1.0 + 1.0$ )



4. Συμπληρώστε τις λέξεις που λείπουν από το κείμενο:  
Η υδροστατική πίεση ορίζεται σαν \_\_\_\_\_ ή σαν \_\_\_\_\_, ανάλογα με το αν μετριέται με βάση την ατμοσφαιρική πίεση, ή όχι. Η υδροστατική πίεση σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος ενός υγρού, είναι ίση με το \_\_\_\_\_ του ειδικού βάρους του υγρού με το βάθος του σημείου. Μετριέται στο Σύστημα S.I. σε \_\_\_\_\_ που είναι η πίεση ενός \_\_\_\_\_ σε  $1 \text{ m}^2$ , ή σε πρακτικές εφαρμογές σε \_\_\_\_\_, που είναι ίσο με  $100000 \text{ Pascal}$ . (μονάδες 1.5)
5. Συμπληρώστε τις λέξεις που λείπουν από το κείμενο:  
Η ροή ενός υγρού μέσα σε έναν κλειστό κυλινδρικό αγωγό, μπορεί να είναι \_\_\_\_\_ ή \_\_\_\_\_, ανάλογα με το αν συμβαίνει σε στρώματα του υγρού που ολισθαίνουν μεταξύ τους, ή με ακανόνιστο, χαοτικό τρόπο. Το καθοριστικό μέγεθος για το τί ροή θα συμβαίνει, είναι ο \_\_\_\_\_. Αυτός μας δίνει το λόγο των δυνάμεων \_\_\_\_\_ ως προς τις δυνάμεις \_\_\_\_\_, Ισούται με το γινόμενο της \_\_\_\_\_ ταχύτητας ροής με την \_\_\_\_\_ του αγωγού, διαιρεμένο με το \_\_\_\_\_ του υγρού. (μονάδες 1.5)

## Λύσεις

### Θέμα 1ο:

Η άνωση με την οποία δρά ένα υγρό σε ένα σώμα είναι ίση με το γινόμενο του ειδικού βάρους του υγρού με τον όγκο του βυθισμένου σώματος. Συνεπώς, εάν δύο σφαίρες έχουν την ίδια διάμετρο, και επομένως τον ίδιο όγκο, και είναι βυθισμένες στο ίδιο υγρό, δέχονται την ίδια ακριβώς άνωση από αυτό.

### Θέμα 2ο:

Η παροχή είναι  $1200 \text{ lt/min}$ , δηλαδή  $1200/60000 \text{ m}^3/\text{sec} = 0.02 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Μπορούμε να υπολογίσουμε την μέση ταχύτητα στον αγωγό:  $V = 4Q / \pi D^2 = 1.768 \text{ m/sec}$

Το κινηματικό ιξώδες είναι απαραίτητο για τον υπολογισμό του αριθμού  $Re$ :  $\nu = \mu/\rho = 0.08/1280 = 6.25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

και κατόπιν  $Re = VD/\nu = 33953 = 3.4 \cdot 10^5$

Για τον υπολογισμό του συντελεστή  $f$ , μας χρειάζεται εκτός από τον αριθμό  $Re$ , και η σχετική τραχύτητα:

$(e/D) = 0.1/120 = 8.33 \cdot 10^{-4}$ .

Με τα δεδομένα της σχετικής τραχύτητας και του  $Re$ , βρίσκουμε συντελεστή απωλειών  $f = 0.025$ .

Οι απώλειες ενέργειας είναι  $\Delta h = f (L/D) (V^2/2g) = 0.025 \cdot (AM/0.12) \cdot (1.768^2/19.62) = 0.03321 AM \text{ σε } m$

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται για διάφορους  $AM$  τα αποτελέσματα των απωλειών:

AM	$\Delta h$ (m)
2500	83,0
2750	91,3
3000	99,6
3250	107,9
3500	116,2
3750	124,5
4000	132,8
4250	141,1
4500	149,4
4750	157,7
5000	166,0
5250	174,3
5500	182,6
5750	190,9
6000	199,2
6250	207,5
6500	215,8
6750	224,1
7000	232,4

### Θέμα 3ο:

α) Η δύναμη που δρά στην επιφάνεια FE μπορεί να υπολογιστεί με δύο τουλάχιστον τρόπους. Είτε σαν το βάρος της στήλης του νερού:

$$\text{βάρος } W = \gamma V = 9810 \cdot 6 \cdot 7 \cdot (AM/1000) \text{ N} = 412.02 \cdot AM \text{ σε Newton}$$

είτε σαν δύναμη σε επίπεδη επιφάνεια με βάθος κέντρου βάρους 7 m:

$$F = \gamma z_k A = 9810 \cdot 7 \cdot (6 \cdot AM/1000) = 412.02 \cdot AM \text{ σε Newton}$$

Είναι προφανές ότι και οι δύο τρόποι καταλήγουν στο ίδιο αποτέλεσμα.

β) Η δύναμη στην επιφάνεια CDE είναι δύναμη σε καμπύλη επιφάνεια, αφού η DE είναι τεταρτοκύλινδρος. Η οριζόντια συνιστώσα της δύναμης, που είναι αυτή που ζητείται, είναι η δύναμη στην κατακόρυφη προβολή της CDE, η οποία είναι παραλληλόγραμμο με ύψος 7 m και πλάτος (AM/1000) m. Το βάθος του κέντρου βάρους του παραλληλογράμμου είναι 3.5m, αφού το κέντρο βάρους είναι στο μέσο των 7 m. Επομένως:

$$F = \gamma z_k A = 9810 \cdot 3.5 \cdot (7 \cdot AM/1000) = 240.345 \cdot AM \text{ σε Newton}$$

Οι ζητούμενες δυνάμεις ανάλογα με τον AM φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

AM	F(FE)	F(CDE)	F(FGH)
2500	1030050	600863	600863
2750	1133055	660949	660949
3000	1236060	721035	721035
3250	1339065	781121	781121
3500	1442070	841208	841208
3750	1545075	901294	901294
4000	1648080	961380	961380
4250	1751085	1021466	1021466
4500	1854090	1081553	1081553
4750	1957095	1141639	1141639
5000	2060100	1201725	1201725
5250	2163105	1261811	1261811
5500	2266110	1321898	1321898
5750	2369115	1381984	1381984
6000	2472120	1442070	1442070
6250	2575125	1502156	1502156
6500	2678130	1562243	1562243
6750	2781135	1622329	1622329
7000	2884140	1682415	1682415

γ) Η επιφάνεια FGH είναι καμπύλη, αφού δεν είναι επίπεδη. Η κατακόρυφη προβολή της επιφάνειας αυτής, είναι η ίδια με την κατακόρυφη προβολή της επιφάνειας CDE, δηλαδή παραλληλόγραμμο με ύψος 7 m και πλάτος (AM/1000) m. Επομένως, η οριζόντια προβολή της δύναμης στην επιφάνεια FGH, είναι ακριβώς ίση, με την οριζόντια προβολή της δύναμης στην επιφάνεια CDE.

#### Θέμα 4ο:

Η υδροστατική πίεση ορίζεται σαν **απόλυτη** ή σαν **σχετική**, ανάλογα με το αν μετριέται με βάση την ατμοσφαιρική πίεση, ή όχι. Η υδροστατική πίεση σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος ενός υγρού, είναι ίση με το **γινόμενο** του ειδικού βάρους του υγρού με το βάθος του σημείου. Μετριέται στο Σύστημα S.I. σε **Pascal (Pa)** που είναι η πίεση ενός **Newton (N)** σε  $1\text{m}^2$ , ή σε πρακτικές εφαρμογές σε **bar**, που είναι ίσο με  $100000\text{ Pascal}$ .

#### Θέμα 5ο:

Η ροή ενός υγρού μέσα σε έναν κλειστό κυλινδρικό αγωγό, μπορεί να είναι **στρωτή** ή **τυρβώδης**, ανάλογα με το αν συμβαίνει σε στρώματα του υγρού που ολισθαίνουν μεταξύ τους, ή με ακανόνιστο, χαοτικό τρόπο. Το καθοριστικό μέγεθος για το τί ροή θα συμβαίνει, είναι ο **αριθμός Reynolds**. Αυτός μας δίνει το λόγο των δυνάμεων **αδράνειας** ως προς τις δυνάμεις **βαρύτητας**. Ισούται με το γινόμενο της **μέσης ταχύτητας** ροής με την **διάμετρο** του αγωγού, διαιρεμένο με το **κινηματικό ιξώδες** του υγρού.