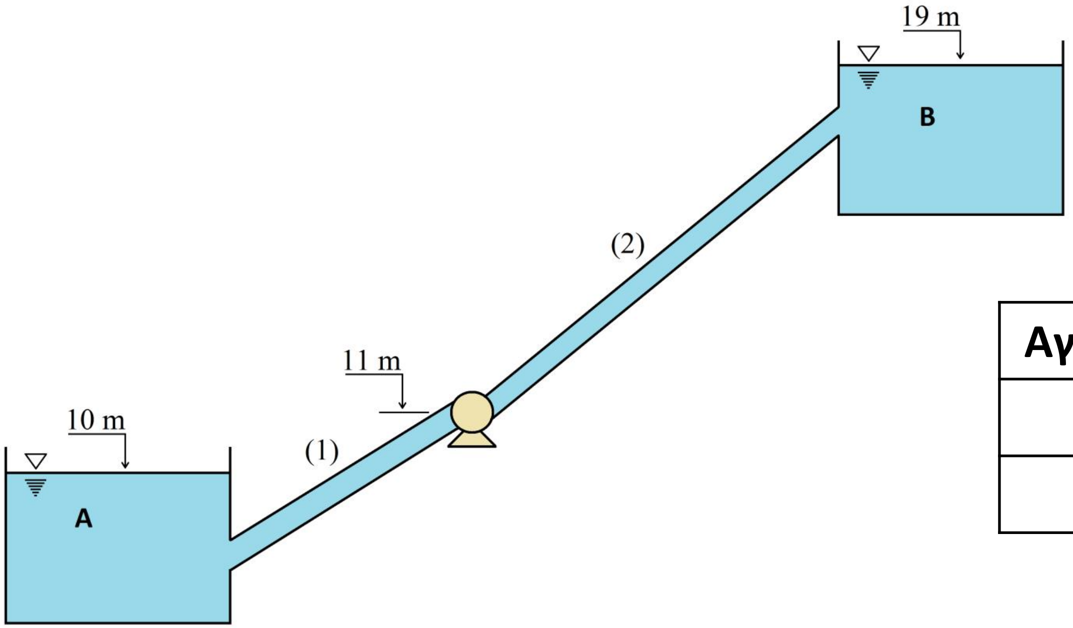
# «Εφαρμοσμένη Υδραυλική»

Άσκηση 5
Κλειστοί Αγωγοί

Λευθεριώτης Γεώργιος
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πανεπιστήμιο Πατρών

## Άσκηση 5

Η δεξαμενή Β τροφοδοτείται από τη δεξαμενή Α με παροχή ίση **$Q$ = 0,1 m$^3$/s** με τη βοήθεια μίας αντλίας. Ο συντελεστής απόδοσης της αντλίας είναι **$n$ = 0,7** και τα χαρακτηριστικά των αγωγών 1 και 2 δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Το κινηματικό ιξώδες του νερού είναι $v = 1{,}14 \times 10^{-6}$ m$^2$/s. Υπολογίστε το μανομετρικό φορτίο $h_p$ και την ισχύ $P$ της αντλίας. Οι τοπικές απώλειες να θεωρηθούν αμελητέες και το ειδικό βάρος του νερού είναι $\gamma$ = 9810 kg/m$^2$s$^2$.




| Αγωγός | L (m) | D (cm) | ε (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 30 | 20 | 0,1 |
| 2 | 60 | 20 | 0,1 |

## Άσκηση 5

## Λύση

Εφαρμόζουμε την εξίσωση της ενέργειας μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας της δεξαμενής Α και της ελεύθερης επιφάνειας της δεξαμενής Β και έχουμε:

$$\frac{p_A}{\gamma} + z_A + \frac{V_A^2}{2g} + h_p = \frac{p_B}{\gamma} + z_B + \frac{V_B^2}{2g} + h_{L(A-B)}$$

Η πίεση στην επιφάνεια των δεξαμενών είναι ίση με την ατμοσφαιρική, άρα μηδενική. Επίσης η ταχύτητες στις δύο δεξαμενές είναι μηδενικές και οι τοπικές απώλειες θεωρούνται αμελητέες. Άρα η εξίσωση της ενέργειας γίνεται:

$$z_A + h_p = z_B + h_f \Rightarrow h_p = z_B - z_A + h_{f(A-B)}$$

Επίσης οι γραμμικές απώλειες από το Α στο Β είναι ίσες με το άθροισμα των γραμμικών απωλειών στους δύο αγωγούς: Άρα η εξίσωση της ενέργειας γίνεται:

$$h_p = z_B - z_A + h_{f1} + h_{f2} \quad (1)$$

## Άσκηση 5

## Λύση

Οι γραμμικές απώλειες στους αγωγούς (1) και (2) υπολογίζονται από την εξίσωση Darcy για κάθε αγωγό ξεχωριστά:

$$h_{f_1} = f_1 \frac{L_1}{D_1}\frac{V_1^2}{2g} \qquad h_{f2} = f_2 \frac{L_2}{D_2}\frac{V_2^2}{2g}$$

Άρα έχουμε γνωστά *Q, ν, D, L, ε* και ψάχνουμε το $h_f$ $\longrightarrow$ **Πρόβλημα τύπου Ι**

Τα *ε* και *D* είναι ίδια για τους δύο αγωγούς, άρα η ταχύτητα ροής στους αγωγούς και ο αριθμός Re θα είναι επίσης ίδια.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0{,}1mm}{200\,mm} \Rightarrow \boxed{\frac{\varepsilon}{D} = 0{,}0005}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4\cdot Q}{\pi\cdot D^2} = \frac{4\cdot 0{,}1}{\pi\cdot 0{,}2^2} \Rightarrow \boxed{V = 3{,}183 m/s}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{V\cdot D}{\nu} = \frac{3{,}183\cdot 0{,}2}{1{,}14\cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{\mathrm{Re} = 558421}$$

## Άσκηση 5

## Λύση

Αφού υπολογίσαμε το λόγο ε/D και τον αριθμό Reynolds, από το διάγραμμα Moody υπολογίζουμε το συντελεστή Darcy *f*.

$$\left.\begin{matrix} \mathrm{Re} = 558421 \\ \varepsilon / D = 0,0005 \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{Moody}} \boxed{f = 0,018}$$

Αφού υπολογίσαμε το συντελεστή Darcy *f,* υπολογίζουμε τις γραμμικές απώλειες σε κάθε αγωγό.

$$h_{f_1} = f_1 \frac{L_1}{D_1}\frac{V_1^2}{2g} = 0,018 \cdot \frac{30}{0,2}\frac{3,183^2}{2g} \Rightarrow \boxed{h_{f_1} = 1,39\,m}$$

$$h_{f_2} = f_2 \frac{L_2}{D_2}\frac{V_2^2}{2g} = 0,018 \cdot \frac{60}{0,2}\frac{3,183^2}{2g} \Rightarrow \boxed{h_{f_2} = 2,78\,m}$$

## Άσκηση 5

## Λύση

Άρα η εξίσωση της ενέργειας (1) γίνεται:

$$h_p = z_B - z_A + h_{f1} + h_{f2} \Rightarrow h_p = 19m - 10m + 1,39m + 2,78m \Rightarrow \boxed{h_p = 13,17\,m}$$

Η ισχύς της αντλίας *P* υπολογίζεται από τη σχέση:

$$n = \frac{P_w}{P} \Rightarrow P = \frac{P_w}{n}$$

όπου $P_w = \gamma \cdot Q \cdot h_p = 9810 \cdot 0,1 \cdot 13,17 \Rightarrow \boxed{P_w = 12919,77W}$

Άρα $P = \dfrac{12919,77W}{0,7} \Rightarrow \boxed{P = 18456,8\ W}$ ή $\boxed{P \approx 18,5\ kW}$