



UNIVERSITY OF  
**PATRAS**  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

# «Εφαρμοσμένη Υδραυλική»

Άσκηση 1  
Κλειστοί Αγωγοί

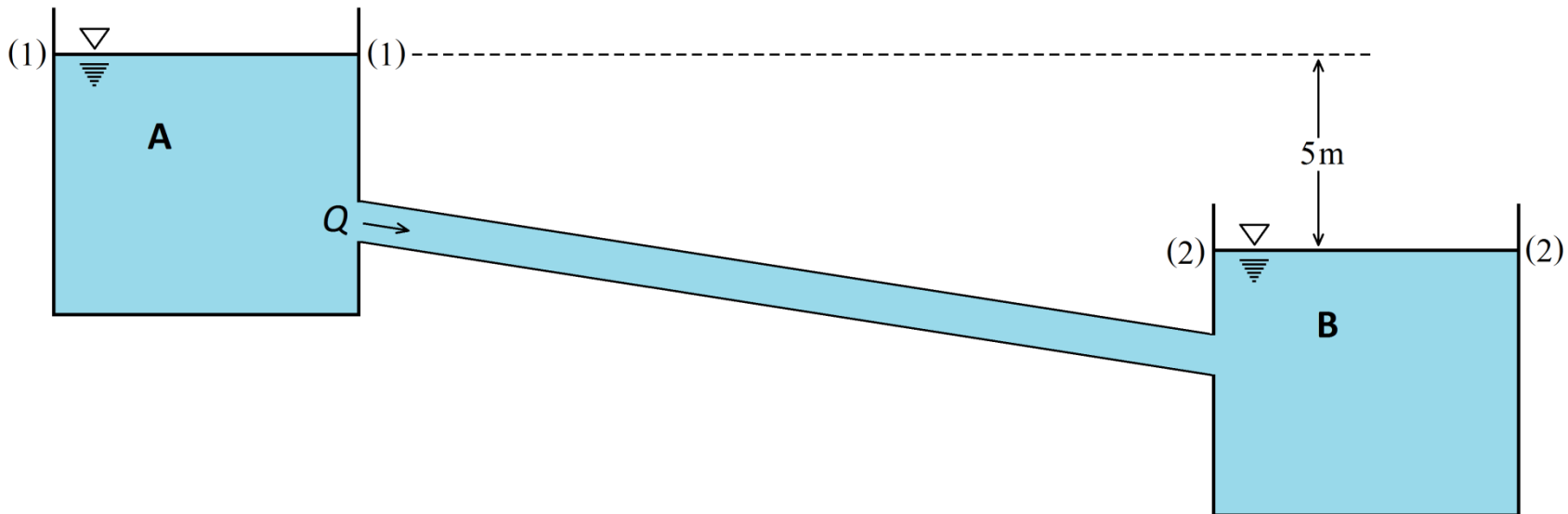
Λευθεριώτης Γεώργιος  
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος  
Πανεπιστήμιο Πατρών

# Εφαρμοσμένη Υδραυλική

2/5

## Άσκηση 1

Αγωγός από χυτοσίδηρο (cast iron) διαμέτρου 25 cm και μήκους 300 m συνδέει δύο δεξαμενές οι οποίες έχουν διαφορά στάθμης ίση με 5 m, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Να υπολογιστεί η παροχή αν το κινηματικό ιξώδες του νερού είναι  $\nu = 1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . Οι τοπικές απώλειες να θεωρηθούν αμελητέες.



## Άσκηση 1

### Λύση

Εφαρμόζουμε την εξίσωση της ενέργειας μεταξύ των (1) και (2), δηλαδή μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας της δεξαμενής Α και της ελεύθερης επιφάνειας της δεξαμενής Β και έχουμε:

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_{L(1-2)} \Rightarrow \frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f + h_r$$

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:

$$z_1 = z_2 + h_f \Rightarrow z_1 - z_2 = h_f \Rightarrow h_f = 5m \quad (1)$$

## Άσκηση 1

### Λύση

Άρα έχουμε γνωστά  $h_f, \nu, D, L, \varepsilon$  και ψάχνουμε το  $Q$   $\longrightarrow$  Πρόβλημα τύπου II

$$\text{Χυτοσίδηρος άρα } \varepsilon = 0,15\text{mm} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,15}{250} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{D} = 0,0006$$

Υποθέτουμε  $f$  για μεγάλο αριθμό  $Re$ , έστω  $f_1 = 0,02$

$$\text{Darcy - Weisbach: } h_f = f_1 \frac{L}{D} \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow V_1^2 = \frac{h_f \cdot D \cdot 2g}{f_1 \cdot L} \Rightarrow V_1^2 = \frac{5 \cdot 0,25 \cdot 2g}{0,02 \cdot 300} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1^2 = 4,0875 \Rightarrow \boxed{V_1 = 2,02\text{m/s}}$$

$$Re_1 = \frac{V_1 \cdot D}{\nu} = \frac{2,02 \cdot 0,25}{1,14 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow Re_1 = 442982$$

$$\left. \begin{array}{l} Re_1 = 442982 \\ \varepsilon / D = 0,0006 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Moody}} \boxed{f_2 = 0,0185}$$

## Άσκηση 1

### Λύση

$$\frac{f_1 - f_2}{f_1} = \frac{0,02 - 0,0185}{0,02} = 0,075 = 7,5\%$$

Θέλουμε μεγαλύτερη ακρίβεια (error < 5%)

Άρα επαναλαμβάνουμε με  $f_2 = 0,0185$

$$h_f = f_2 \frac{L}{D} \frac{V_2^2}{2g} \Rightarrow V_2^2 = \frac{h_f \cdot D \cdot 2g}{f_1 \cdot L} \Rightarrow V_2^2 = \frac{5 \cdot 0,25 \cdot 2g}{0,0185 \cdot 300} \Rightarrow V_2 = 2,1 \text{ m/s}$$

$$\text{Re}_2 = \frac{V_2 \cdot D}{\nu} = \frac{2,1 \cdot 0,25}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 460526$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Re}_2 = 460526 \\ \varepsilon / D = 0,0006 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Moody}} \boxed{f_3 = 0,0185} \checkmark$$

$f_3 = f_2$  άρα δεν χρειάζεται να επαναλάβουμε τις πράξεις και υπολογίζουμε την παροχή  $Q$  για ταχύτητα  $V = 2,1 \text{ m/s}$

$$Q = V \cdot A \Rightarrow Q = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow Q = 2,1 \cdot \frac{\pi \cdot 0,25^2}{4} \Rightarrow Q = 0,103 \text{ m}^3/\text{s}$$