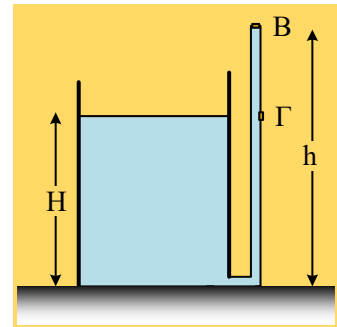


Δυο τάπες σε ένα σωλήνα

Ένα ανοικτό δοχείο περιέχει νερό μέχρι ύψος $H=1\text{m}$. Κοντά στον πυθμένα του έχει συνδεθεί ένας κατακόρυφος λεπτός σωλήνας ύψους $h=1,5\text{m}$, κλειστός στο πάνω του άκρο Β με τάπα, εμβαδού $A=2\text{cm}^2$. Στο ίδιο ύψος με την ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο δοχείο, στη θέση Γ, ο λεπτός σωλήνας έχει μια οπή η οποία είναι κλεισμένη με μια δεύτερη τάπα, ίδιου εμβαδού, όπως στο σχήμα. Στον σωλήνα δεν έχει εγκλωβιστεί αέρας.



- i) Να υπολογιστούν η πίεση στο πάνω μέρος του λεπτού σωλήνα, καθώς και οι δυνάμεις που το νερό ασκεί στις δύο τάπες.
- ii) Αν αφαιρέσουμε την τάπα στο άκρο Β, τι πρόκειται να συμβεί;
- iii) Αν με κλειστή την τάπα στο Β, ανοίξουμε την τάπα στο σημείο Γ, τι θα συμβεί;
- iv) Τι θα συμβεί, αν ανοίξουμε ταυτόχρονα τις δύο τάπες;

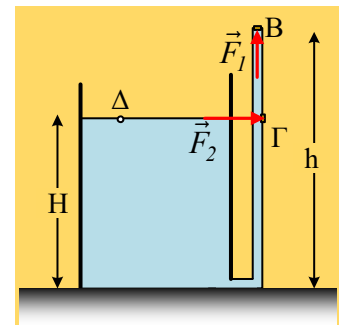
Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $p_{\text{ατμ}}=10^5\text{Pa}$, η πυκνότητα του νερού $\rho=1.000\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

- i) Το νερό σε δοχείο και σωλήνα βρίσκεται σε υδροστατική ισορροπία, οπότε η πίεση στο σημείο Γ είναι ίση με την πίεση στο σημείο Δ, στην επιφάνεια του δοχείου, αφού πρόκειται για δύο σημεία στο ίδιο υγρό και στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Άρα $p_{\Gamma}=p_{\text{ατμ}}$. Τώρα μεταξύ των σημείων Β και Γ ισχύει:

$$p_{\Gamma} - p_B = \rho g y \rightarrow p_B = p_{\Gamma} - \rho g (h - H) \rightarrow$$

$$p_B = 10^5 \text{ Pa} - 1.000 \cdot 10 \cdot (1,5 - 1) \text{ Pa} = 95.000 \text{ Pa}$$

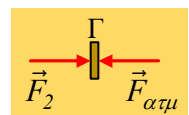


Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που το νερό ασκεί στις δύο τάπες, με μέτρα:

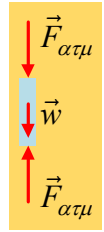
$$F_1 = p_B A = 95.000 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ N} = 19 \text{ N}$$

$$F_2 = p_{\Gamma} A = 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ N} = 20 \text{ N}$$

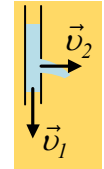
- ii) Αν αφαιρεθεί η τάπα στο άκρο Β, η πίεση στο σημείο αυτό θα γίνει ίση $p_{\text{ατμ}}$, οπότε το νερό θα κατέβει στο σωλήνα, μετακινούμενο προς το δοχείο, με αποτέλεσμα το νερό να φτάσει στο ίδιο ύψος (πρακτικά στο 1m) και στο δοχείο και στο σωλήνα.
- iii) Με κλειστή την τάπα στο Γ, η πίεση στην αριστερή πλευρά της είναι ίση με $p_{\text{ατμ}}$, όση ακριβώς είναι και στην δεξιά της πλευρά. Το αποτέλεσμα είναι να δέχεται αντίθετες δυνάμεις από νερό και ατμόσφαιρα και να ισορροπεί. Αλλά τότε βγάζοντας την τάπα δεν θα αλλάξει κάτι και κάποια μικρή ποσότητα νερού (στην θέση της οπής) θα ισορροπεί, αφού δέχεται δυνάμεις, ίδιες με τις δυνάμεις στην τάπα.



iv) Αν ανοίξουμε ταυτόχρονα τις δύο τάπες, τότε η ποσότητα του νερού στο τμήμα του σωλήνα πάνω από την οπή στο Γ, παύει να ισορροπεί αποκτώντας επιτάχυνση g , τείνοντας να εκτελέσει ελεύθερη πτώση!, αφού η αρχική συνισταμένη δύναμη που δέχεται είναι το βάρος (δες σχήμα)! Αλλά τότε θα συμβούν δυο πράγματα.



- Η ποσότητα αυτή θα ασκήσει δύναμη στο υπόλοιπο νερό, κάτω από το Γ, σπρώχνοντάς το προς το δοχείο, με αποτέλεσμα κάποιο μέρος του νερού να περνά από το σωλήνα στο δοχείο.
- Το υπόλοιπο μέρος της ποσότητας αυτής θα μεταβάλλει την ταχύτητα, θα κινηθεί οριζόντια και θα εξέλθει από το σωλήνα, από την οπή στο σημείο Γ. Θα έχουμε δηλαδή εκροή κάποιας ποσότητας νερού, μέχρι η επιφάνεια να φτάσει στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με την επιφάνεια του νερού στο δοχείο.



dmargaris@gmail.com