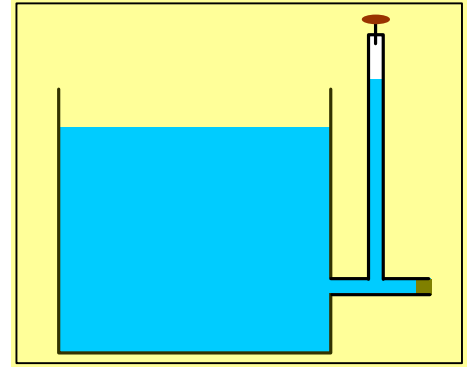


Ανοίγοντας την τάπα ή την στρόφιγγα

Σε μια μεγάλη δεξαμενή η οποία περιέχει νερό, έχει συνδεθεί ένας οριζόντιος σωλήνας, ο οποίος φράσσεται στο άκρο του με τάπα. Ένας δεύτερος κατακόρυφος σωλήνας συνδέεται όπως στο σχήμα και κλείνεται στο πάνω μέρος του με στρόφιγγα, έχοντας εγκλωβισμένη κάποια ποσότητα αέρα.



i) Αν ανοίξουμε την στρόφιγγα, τότε:

- α) θα εξέλθει αέρας από το σωλήνα στην ατμόσφαιρα.
- β) θα εισέλθει αέρας στον σωλήνα.
- γ) Δεν θα συμβεί κανένα από τα δύο παραπάνω ενδεχόμενα.

ii) Με κλειστή την στρόφιγγα, ανοίγουμε την τάπα και αποκαθίσταται μια μόνιμη και στρωτή ροή. Τότε το νερό στον κατακόρυφο σωλήνα:

- α) Θα ανέβει
- β) Θα κατέβει
- γ) Η ελεύθερη επιφάνειά του θα παραμείνει στο αρχικό της ύψος.

Κατά τη ροή, η επιφάνεια της δεξαμενής πρακτικά παραμένει στο ίδιο ύψος.

Απάντηση:

i) Στα σημεία A και B, το πρώτο στην επιφάνεια της δεξαμενής και το δεύτερο στο σωλήνα, βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, εντός του ίδιου ρευστού, συνεπώς επικρατεί η ίδια πίεση. Αλλά $p_A = p_{at}$ ενώ για το σημείο B, που βρίσκεται σε βάθος y μέσα στο νερό έχουμε:

$$p_B = p_{αερ} + \rho g y \rightarrow$$

$$p_{αερ} = p_{at} - \rho g y < 0$$

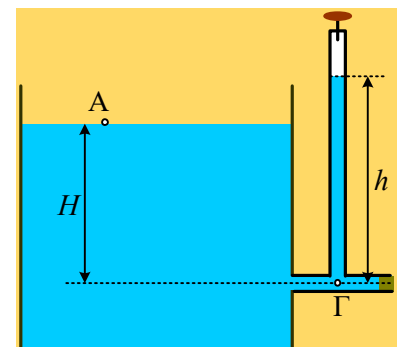
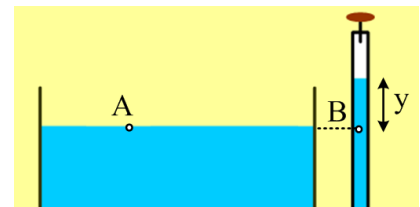
Αλλά αν η πίεση του εγκλωβισμένου αέρα είναι μικρότερη της ατμοσφαιρικής, τότε αν ανοίξουμε την στρόφιγγα, θα εισέλθει αέρας στο σωλήνα, μέχρι η πίεση να γίνει ίση με την ατμοσφαιρική και η στάθμη του νερού να κατέβει στο ίδιο ύψος που έχει και στη δεξαμενή.

Σωστό το β).

ii) Πριν να ανοίξουμε την τάπα, έχουμε νερό σε ισορροπία, οπότε για την πίεση στο σημείο Γ, στο κάτω μέρος του κατακόρυφου σωλήνα, ισχύει:

$$p_\Gamma = p_{at} + \rho g H = p_{αερ} + \rho g h \quad (1)$$

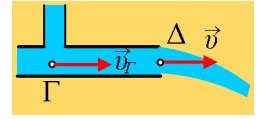
Μόλις ανοίξουμε την τάπα και αποκατασταθεί μόνιμη ροή, τότε εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli μεταξύ του σημείου Γ και ενός



σημείου Δ στην έξοδο, θα έχουμε:

$$p'_\Gamma + \frac{1}{2}\rho v_\Gamma^2 = p_\Delta + \frac{1}{2}\rho v^2$$

όμως από την εξίσωση της συνέχειας, αφού ο οριζόντιος σωλήνας έχει σταθερή διατομή $v_\Gamma = v$ οπότε και η πίεση στο σημείο Γ είναι ίση με την πίεση στην έξοδο, στο σημείο Δ, όπου η τιμή της είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση. Δηλαδή έχουμε:



$$p'_\Gamma = p_{at} = p'_{αερ} + \rho g h' \quad (2)$$

Από την σύγκριση των (1) και (2) παρατηρούμε ότι η πίεση στο σημείο Γ μειώθηκε, συνεπώς πρέπει να μειωθεί και το άθροισμα $p'_{αερ} + \rho g h'$. Αυτό θα γίνει με το να κατέβει η επιφάνεια του νερού στο σωλήνα, οπότε αφενός ο εγκλωβισμένος αέρας θα αποκτήσει μικρότερη πίεση, αφού θα αυξηθεί ο όγκος του (ισόθερμη εκτόνωση, όπου $pV = \text{σταθ}$), αφετέρου θα μειωθεί και ο προσθετέος $\rho g h'$ ο οποίος αναφέρεται ως «υδροστατική πίεση».

Σωστό το β).

dmargaris@gmail.com