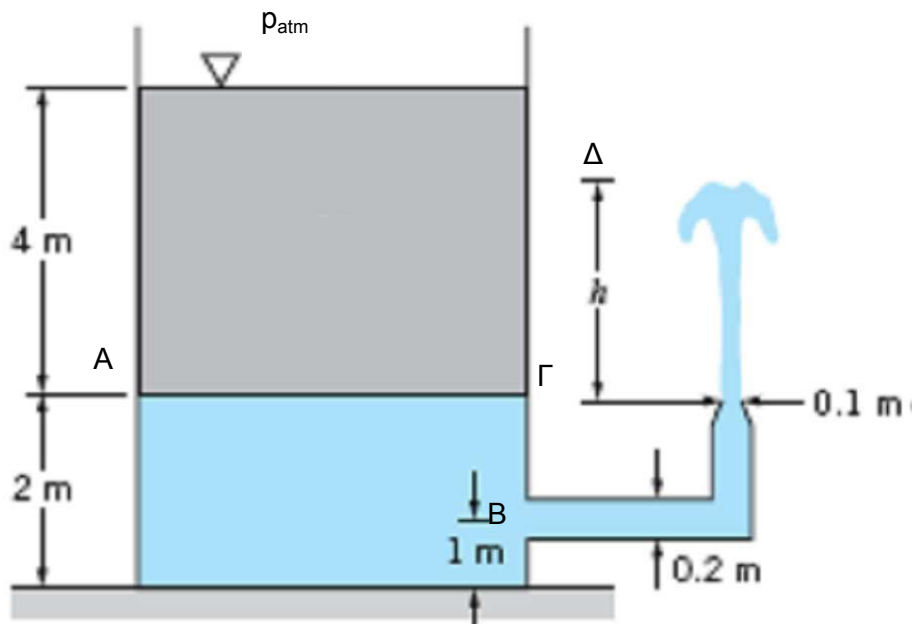


Ένα συντριβάνι από νερό και ... λάδι



Μια δεξαμενή ανοικτή στην ατμόσφαιρα περιέχει δύο στρώματα διαφορετικών υγρών. Ένα στρώμα νερού ύψους $h_1 = 2 \text{ m}$ και ένα στρώμα λαδιού ύψους $h_2 = 4 \text{ m}$. Η δεξαμενή φέρει, σε ύψος $h_3 = 1 \text{ m}$ από το οριζόντιο έδαφος, πλευρικό οριζόντιο σωλήνα με κατακόρυφο ακροφύσιο, η έξοδος του οποίου βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με τη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υγρών, όπως στο σχήμα, με τη στρόφιγγα αρχικά κλειστή. Η διάμετρος του οριζόντιου σωλήνα είναι $0,2 \text{ m}$ και του άκρου Γ του ακροφυσίου $0,1 \text{ m}$. Αν ανοίξουμε τη στρόφιγγα:

- i) Υπολογίστε την αρχική ταχύτητα του νερού στο άκρο Γ του ακροφυσίου.
- ii) Προσδιορίστε το αρχικό ύψος h του πίδακα.
- iii) Υπολογίστε την πίεση στον οριζόντιο σωλήνα.

Δίνονται $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_\lambda = 700 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, η διάμετρος της δεξαμενής πολύ μεγαλύτερη από αυτές των σωλήνων, τα υγρά θεωρούνται ιδανικά.

Απάντηση

- i) Με επίπεδο αναφοράς δυναμικής ενέργειας, που διέρχεται από τα A και Γ η ταχύτητα στην έξοδο Γ του ακροφυσίου υπολογίζεται από την εξίσωση Bernoulli μεταξύ των θέσεων A (διαχωριστική επιφάνεια νερού-λαδιού) και Γ (έξοδος ακροφυσίου)

$$p_A + 0 + = p_\Gamma + 0 + \frac{1}{2} \rho_v v^2$$

$$p_{\text{atm}} + \rho_\lambda g h_2 = p_{\text{atm}} + \frac{1}{2} \rho_v v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \rho_\lambda g h_2}{\rho_v}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2.900.10.4}{1000}}$$

$$v = 6\sqrt{2} \text{ m/s}$$

- ii) Ο πίδακας του νερού εκτελεί κατακόρυφη βολή. Εφαρμόζουμε την ΑΔΜΕ για μια στοιχειώδη μάζα νερού από (Γ) → (Δ)

$$\frac{1}{2} dm v^2 = dm g h$$

$$h = \frac{v^2}{2g} \Leftrightarrow h = 3,6 \text{ m}$$

- iii) Έστω Β ένα τυχαίο σημείο του οριζόντιου σωλήνα. Εφαρμόζουμε την εξίσωση συνεχείας από (Β) → (Γ)

$$A_B v_B = A_\Gamma v_\Gamma \Leftrightarrow \pi(0,1)^2 v_B = \pi(0,05)^2 \cdot 6\sqrt{2} \Leftrightarrow v_B = 1,5\sqrt{2} \text{ m/s}$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli στον οριζόντιο σωλήνα από (Β) → (Γ), με επίπεδο αναφοράς δυναμικής ενέργειας το έδαφος, έχουμε:

$$p_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2 + \rho g h_B = p_\Gamma + \frac{1}{2} \rho v_\Gamma^2 + \rho g h_1$$

$$p_B = p_{\text{atm}} + \frac{1}{2} \rho v_\Gamma^2 + \rho g h_1 - \frac{1}{2} \rho v_B^2 - \rho g h_B$$

$$p_B = 1.10^5 + \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 72 + 10^3 \cdot 10 \cdot 2 - \frac{1}{2} 10^3 \cdot 4,5 - 10^3 \cdot 10 \cdot 1$$

$$p_B = 143750 \text{ N/m}^2$$

Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

Ανδρέας Ριζόπουλος