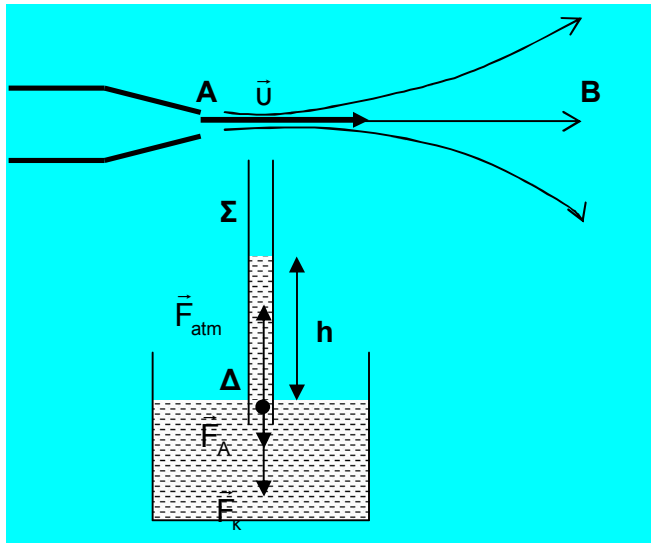


Να θυμηθούμε το καρμπυρατέρ...



Από το ακροφύσιο A διαβιβάζεται οριζόντιο ρεύμα αέρα πυκνότητας $\rho_a = 1,25 \text{ kg/m}^3$, πάνω από το ανοικτό άκρο σωλήνα Σ , του οποίου το άλλο άκρο βυθίζεται εντός υγρού καυσίμου πυκνότητας $\rho_k = 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

α) Ποια πρέπει να είναι η ταχύτητα του ρεύματος αέρα, ώστε το υγρό να ανυψώνεται εντός του σωλήνα κατά $h = 10 \text{ cm}$ από την επιφάνεια του υγρού;

β) Αν το άκρο του σωλήνα βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του υγρού σε ύψος $H = 12 \text{ cm}$, ποια είναι η ελάχιστη τιμή της ταχύτητας του ρεύματος αέρα, ώστε το υγρό να «ψεκάζεται» παρασυρόμενο από το ρεύμα του αέρα;

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$ και δεχόμαστε ότι ο αέρας συμπεριφέρεται ως ιδανικό ρευστό.

Απάντηση

α) Η αέρια φλέβα διευρύνεται όσο απομακρύνεται από το A και επομένως σύμφωνα με το νόμο της συνεχείας, ελαττώνεται η ταχύτητα του αέρα.

Θεωρούμε δύο διατομές της αέριας φλέβας: Μια πάνω από το σωλήνα, πολύ κοντά στο A (όπου η ταχύτητα της αέριας φλέβας είναι μεγάλη και επικρατεί «υποπίεση») και μια σε μεγάλη απόσταση από το A, στο σημείο B (όπου πρακτικά η ταχύτητα της αέριας φλέβας είναι μηδενική και επικρατεί η ατμοσφαιρική πίεση).

Εφαρμόζουμε το νόμο Bernoulli στις δύο διατομές:

$$P_A + \frac{1}{2} \rho_a u^2 = P_{\text{atm}} + 0$$

$$\Leftrightarrow u = \sqrt{\frac{2(P_{\text{atm}} - P_A)}{\rho_a}} \quad (1)$$

Το σημείο Δ του υγρού του σωλήνα που βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού ισορροπεί. Στο σημείο αυτό ασκούνται:

- Η πιεστική δύναμη F_{atm} της ατμόσφαιρας, η οποία φτάνει εκεί σύμφωνα με την αρχή του Pascal
- Η πιεστική δύναμη F_A του αέρα πάνω από το σωλήνα
- Η πιεστική δύναμη F_k λόγω της υδροστατικής πίεσης της στήλης του υγρού καυσίμου μέσα στο σωλήνα

Οι πιεστικές δυνάμεις έχουν συνισταμένη μηδέν

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow F_{atm} - F_A - F_k = 0 \Leftrightarrow P_{atm} \cdot dA - P_A \cdot dA = P_k \cdot dA \Leftrightarrow P_{atm} - P_A = P_k \Leftrightarrow$$

$$P_{atm} - P_A = \rho_k g h \quad (2)$$

Η σχέση (1) λόγω της (2) γίνεται

$$u = \sqrt{\frac{2\rho_k g h}{\rho_a}} \Leftrightarrow u = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,1}{1,25}} \Leftrightarrow u = \sqrt{1440} \Leftrightarrow u = 12\sqrt{10} \text{ m/s}$$

β) Η ελάχιστη τιμή της ταχύτητας είναι εκείνη για την οποία η πίεση στο Α μειώνεται έτσι ώστε το υγρό να φτάνει σε ύψος $H = 12\text{cm}$.

$$u = \sqrt{\frac{2\rho_k g H}{\rho_a}} \Leftrightarrow u = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,12}{1,25}} \Leftrightarrow u = \sqrt{1728} \Leftrightarrow u = 24\sqrt{3} \text{ m/s}$$

Παρατήρηση: Η σχέση (2), μπορεί να γραφτεί κατ'ευθείαν, χωρίς τη χρησιμοποίηση των πιεστικών δυνάμεων, αφού στηρίζεται στην αρχή Pascal και στο θεμελιώδη νόμο της υδροστατικής.

Ανδρέας Φιζόπουλος