I fluidi

Esercizio 1

- Una stanza ha dimensioni: 3.5 m (larghezza) e 4.2 m (lunghezza) ed una altezza di 2.4 m. (a) Quanto pesa l'aria nella stanza se la pressione e' 1.0 atm?

SOLUZIONE:

$$mg = (\rho V)\, g$$

$$= (1.21\, kg/m^3)\,(3.5\ m\ \ x\ \ 4.2\ m\ \ x\ \ 2.4\ m)(9.8\ m/s^2)$$

$$= 418\ N \approx 420\ N$$

Questo e' il peso di circa 110 lattine di bibita.

(b) Quanto e' il valore della forza esercitata dall'atmosfera sul pavimento della stanza?

SOLUZIONE:

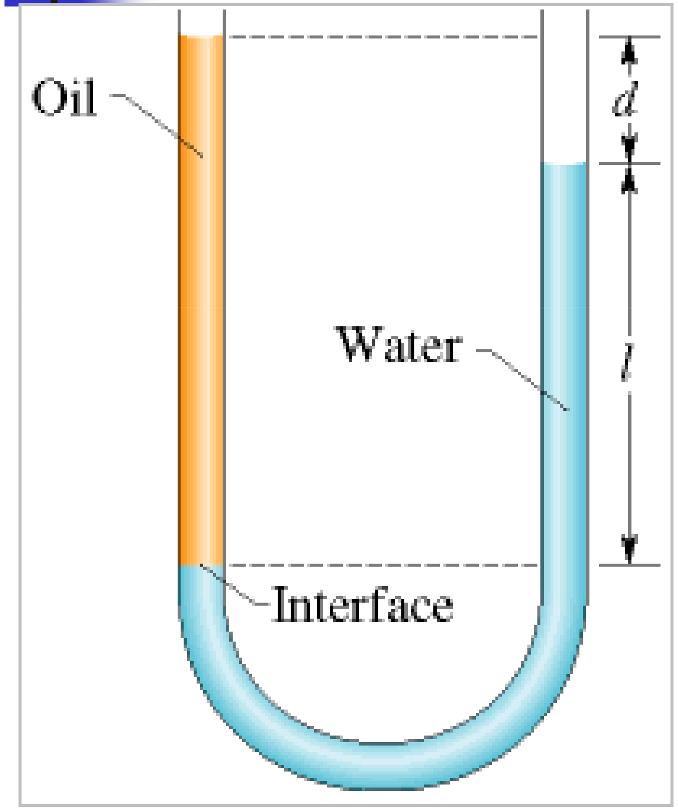
$$F = p\,A = (1.0\,atm)\left(\frac{1.01\ x\ 10^{5}\ N/m^{2})}{1.0\,atm}\right)(3.5\,m)(4.2\,m)$$

Usare il valore dell'atmosfera al livello del mare

$$= 1.5\ \mathrm{x}\ 10^{6}\ \mathrm{N}$$

Questa forza enorme e' uguale al peso della colonna d'aria che copre il pavimento ed arriva fino alla sommita' dell'atmosfera.

Esercizio 2



- Il tubo ad U in figura contiene 2 liquidi in equilibrio statico: acqua alla densita' ρ_w (= 998 kg/m^3) a destra, ed olio di densita' non nota ρ_x a sinistra. Le misure effettuate danno l = 135 mm e d = 12.3 mm. Quanto vale ρ_x

SOLUZIONE:

Eguagliamo la pressione nei due bracci, al livello della superficie di interfaccia:

$$P_{\text{int}} = p_0 + \rho_w\, g\, l \quad (\textit{braccio}\ \text{destro})$$

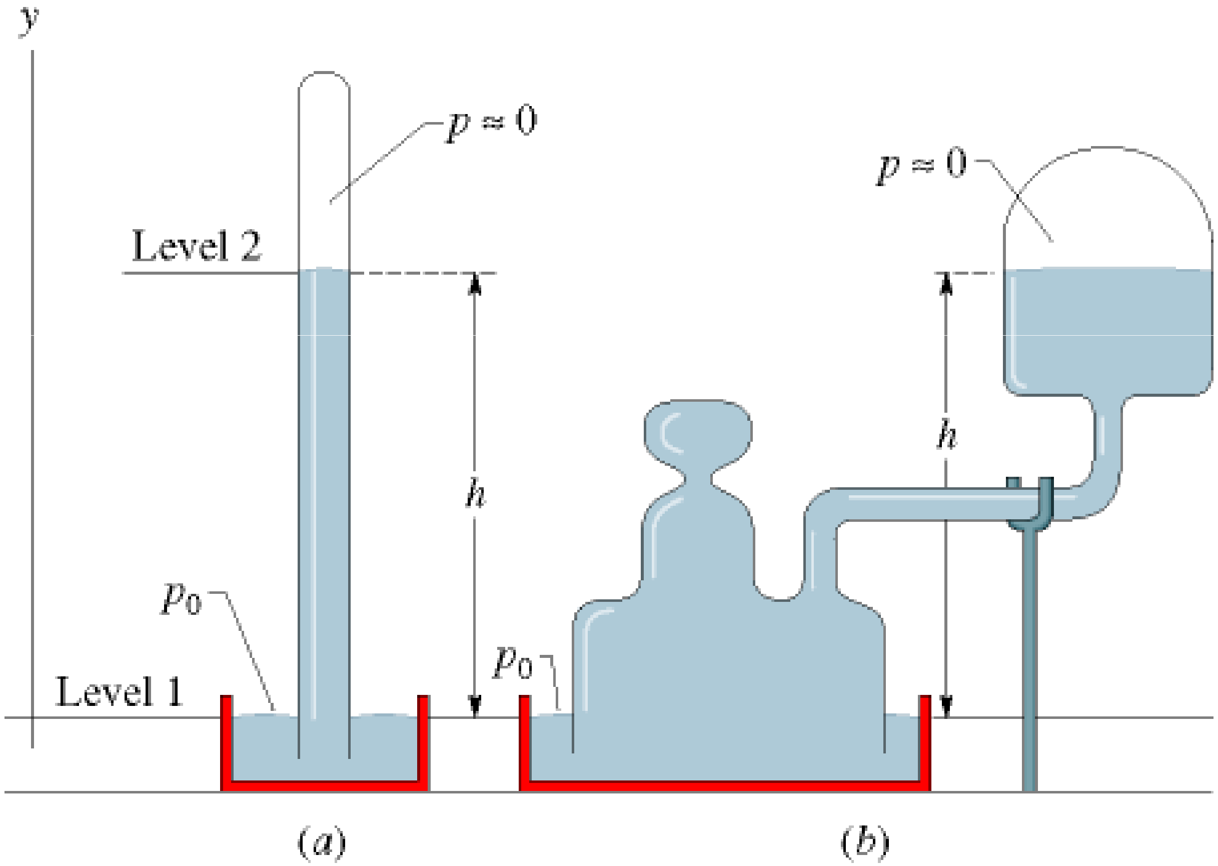
$$P_{\text{int}} = p_0 + \rho_x\, g\,(l + d) \quad (\textit{braccio}\ \text{sinistro})$$

$$\rho_x = \rho_w \frac{1}{l+d} = (998\ kg/m^3)\frac{135\ mm}{135\ mm + 12.3\ mm}$$

$$= 915\ \text{kg}/\text{m}^3$$

Il Barometro a Mercurio

$$p_0 = \rho\, g\, h$$



- For normal atmospheric pressure, h is 76 cm Hg.

Esercizio 3

- Che frazione del volume di un iceberg che galleggia in mare e' visibile?

SOLUZIONE:

Sia V_i il volume totale, V_f il volume sott'acqua

$$frazione = \frac{V_i - V_f}{V_i} = 1 - \frac{V_f}{V_i}$$

$$m_i \, g = m_f \, g$$

$$\rho_i \, V_i = \rho_f \, V_f$$

$$\frac{V_f}{V_i} = \frac{\rho_i}{\rho_f}$$

$$\text{frazione} = 1 - \frac{\rho_i}{\rho_f} = 1 - \frac{917\ kg/m^3}{1024\ kg/m^3}$$

$$= 0.10 \text{ or } 10\%$$

Esercizio 4

- Un pallone sferico riempito di elio ha raggio *R* di 12.0 m. Il pallone sostiene dei cavi ed un cesto di massa *m* pari a 196 kg. Quale e' il max carico *M* che il pallone puo' sostenere mentre vola ad una altezza alla quale l'elio ha densita' ρ_{He} pari a 0.160 kg/m^3 e la densita' dell' aria ρ_{air} e' 1.25 kg/m^3? Si assuma che il volume di aria spostato dai cavi, dal cesto e dal carico sia trascurabile.

SOLUZIONE:

$$(\mathrm{m} + \mathrm{M} + \mathrm{m}_{\mathrm{He}})\,\mathrm{g} = \mathrm{m}_{\mathrm{air}}\,\mathrm{g}$$

$$\mathrm{M} = \mathrm{m}_{\mathrm{air}} - \mathrm{m}_{\mathrm{He}} - \mathrm{m}$$

$$\mathrm{M} = \rho_{\mathrm{air}}\,\mathrm{V} - \rho_{\mathrm{He}}\,\mathrm{V} - \mathrm{m}$$

$$= (\tfrac{4}{3}\pi R^3)(\rho_{\mathrm{air}} - \rho_{\mathrm{He}}) - m$$

$$= (\tfrac{4}{3}\pi)(12.0m)^3\,(1.25\,kg/m^3 - 0.160\,kg/m^3) - 196\,kg$$

$$= 7694\ \mathrm{kg} \approx 7690\ \mathrm{kg}$$

Esercizio 5

- L'area A_0 dell'aorta di una persona normale a riposo e' di 3 cm^2, e la velocita' v_0 of the blood through it is 30 cm/s. Un capillare tipico (diametro $\approx$6 μm) ha una sezione d'urto di area A di 3 x 10^{-7} cm^2 e una velocita' del flusso v di 0.05 cm/s. Quanti capillari ha questa persona?

SOLUZIONE:

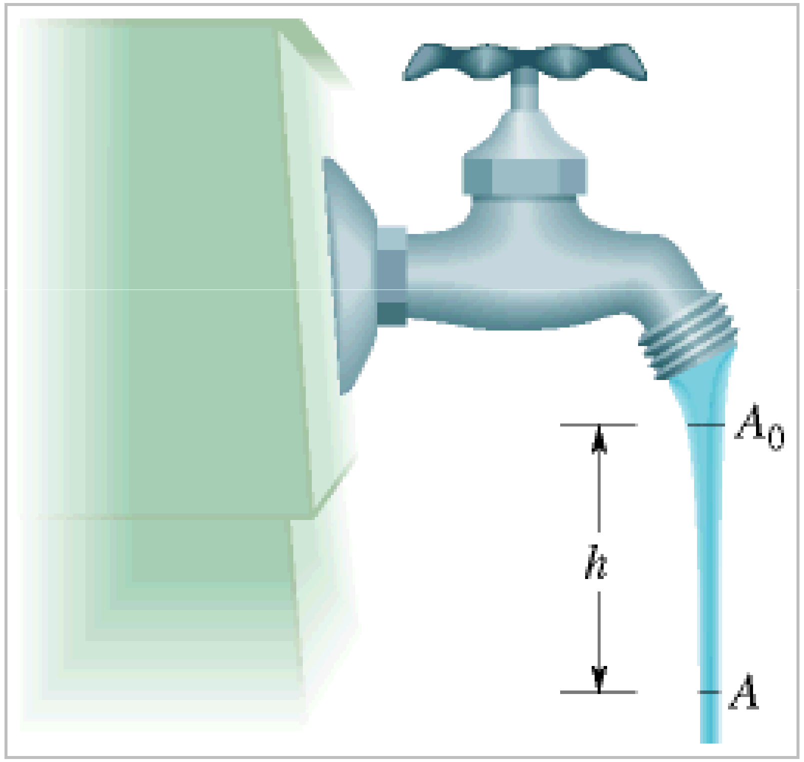
$$A_0 v_0 = nAv$$

$$n = \frac{A_0 v_0}{Av} = \frac{(3\,\mathrm{cm}^2)(30\,\mathrm{cm/s})}{(3 \text{ x } 10^{-7}\ \mathrm{cm}^2)(0.05\,\mathrm{cm/s})}$$

$$= 6\ x\, 10^9 \quad o \quad 6\, billioni$$

L’area combinata dei capillari e’ ~ 600 volte la sezione d’urto dell’aorta.

Esercizio 6



- La figura mostra come il flusso di acqua che esce da un rubinetto si restringe man mano che si scende. Le aree in gioco sono $A_0 = 1.2\ \text{cm}^2$ e $A = 0.35\ \text{cm}^2$. I 2 livelli sono separati da una distanza verticale pari ad $h = 45$ mm. Qual'e' il flusso di volume che esce dal rubinetto?

SOLUZIONE:

$$A_0 v_0 = A v$$

$$v^2 = v_0^{\,2} + 2 g h$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 g h A^2}{A_0^{\,2} - A^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{(2)(9.8\ m/s^2)(0.045\ m)(0.35\ cm^2)^2}{(1.2\ cm^2)^2 - (0.35\ cm^2)^2}}$$

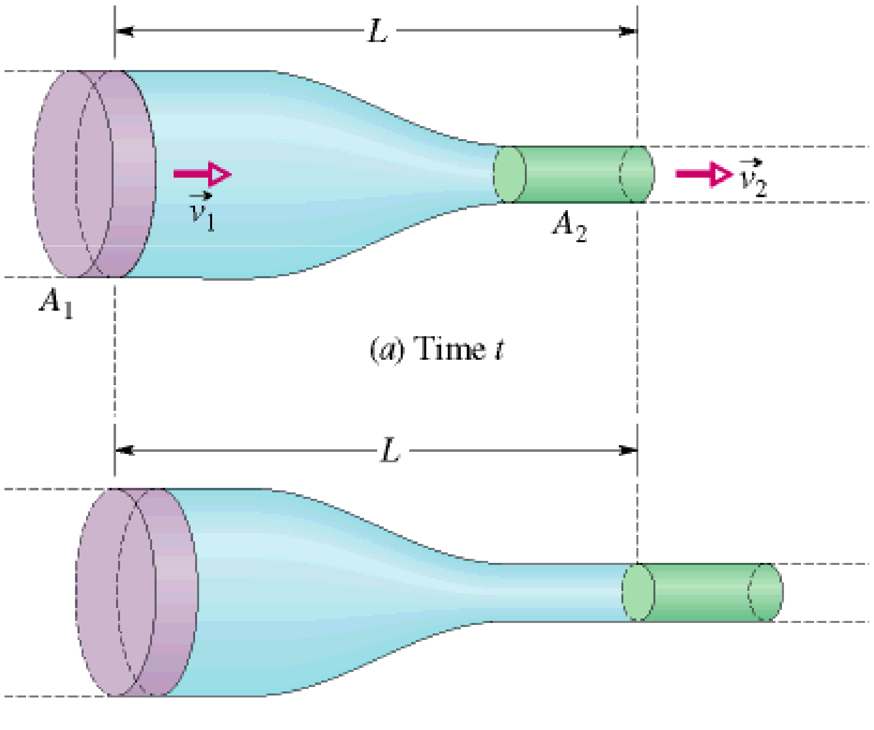
$$= 0.286\ m/s = 28.6\ cm/s$$

Il flusso di volume e' :

$$R_v = A_0 v_0 = (1.2\ \mathrm{cm2})(28.6\ \mathrm{cm/s})$$

$$= 34\ \mathrm{cm}^3/\mathrm{s}$$

Esercizio 7



- Etanolo di densita' ρ = 791 kg/m^3 fluisce attraverso un tubo orizzontale la cui superficie trasversa passa da A_1 = 1.20 x 10^{-3} m^2 a $A_2 = A_1/2$. La differenza di pressione tra le due sezioni e' di 4120 Pa. Quale e' il flusso di volume R_V dell'etanolo?

SOLUZIONE:

$$R_v = v_1 A_1 = v_2 A_2$$

$$p_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^{\,2} + \rho g y = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^{\,2} + \rho g y$$

$$v_1 = \frac{R_v}{A_1} \quad \text{and} \quad v_2 = \frac{R_v}{A_2} = \frac{2R_v}{A_1}$$

$$p_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^{\,2} = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^{\,2}$$

$$\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho} = v_2^{\,2} - v_1^{\,2} = \frac{3R_v^{\,2}}{A_1^{\,2}}$$

$$R_v = A_1\sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{3\rho}}$$

La velocita' piu' bassa v_1 significa che p_1 e' maggiore. Si ha:

$$R_v = 1.20 \text{ x } 10^{-3} \text{ m}^2 \sqrt{\frac{(2)(4120 \text{ Pa})}{(3)(791 \text{kg}/\text{m}^3)}}$$

$$= 2.24 \text{ x } 10^{-3} \text{ m}^2$$

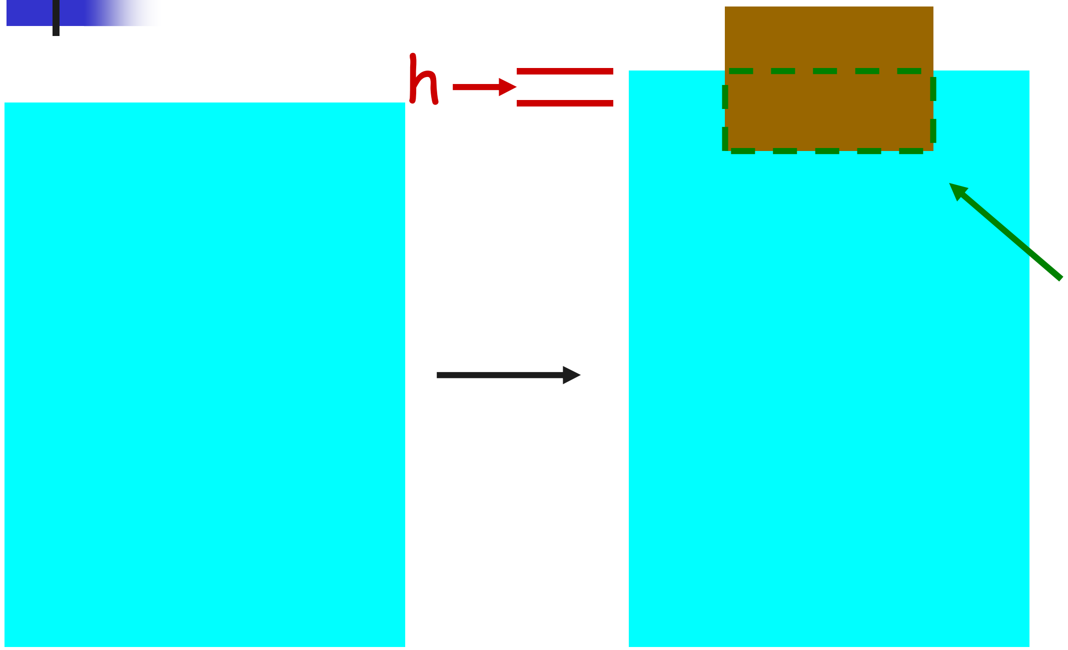
Esercizio 8

Una piccola piscina ha una area di 10 metri quadrati. Una statua di legno di densita' 500 kg/m^3, di 4000 kg galleggia sull' acqua. Di quanto si e' innalzato l'originario livello dell' acqua?

Nota: densita' dell'acqua= 1000 kg/m^3

Soluzione

Dati: $\rho_{wood}/\rho_{H2O} = 0.5$, $A = 10\ m^2$, $M = 4000\ kg$
Incognita: h



Il livello e' quello che si avrebbe se fossero stati aggiunti 4000 kg di acqua = 4 m^3

Si consideri il problema: un volume $V = 4\ m^3$ di acqua viene aggiunto alla piscina. Quanto vale h?

$h = V / A$ = 40 cm

Esercizio 9

Dell'acqua scorre attraverso un tubo di diametro 4.0 cm, alla velocita' di 5 cm/s. Il tubo in un certo punto si restringe al diametro di 2.0 cm. Quanto vale la velocita' dell'acqua attraverso la sezione stretta del tubo?

Soluzione

Eq. di continuita'

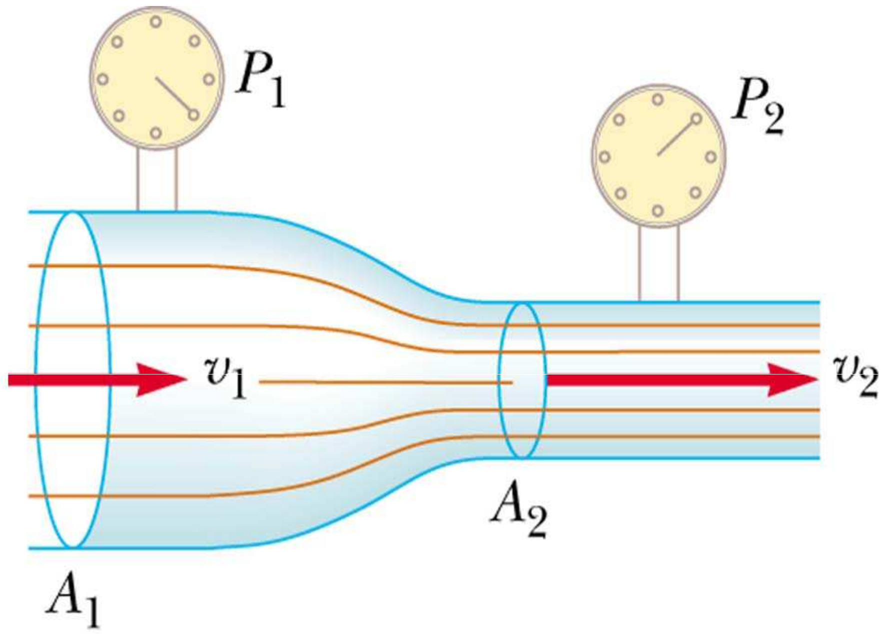
$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} v_1 = 4 v_1$$ **= 20 cm/s**

Esercizio 10: il tubo Venturi

- Un tubo molto grande trasporta acqua a bassissima velocita' e termina in un tubo piu' stretto, dove l'acqua scorre piu' veloce. Se P_2 e' 7000 Pa piu' bassa di P_1, qual'e' la velocita' dell' acqua nel tubo piu' piccolo?



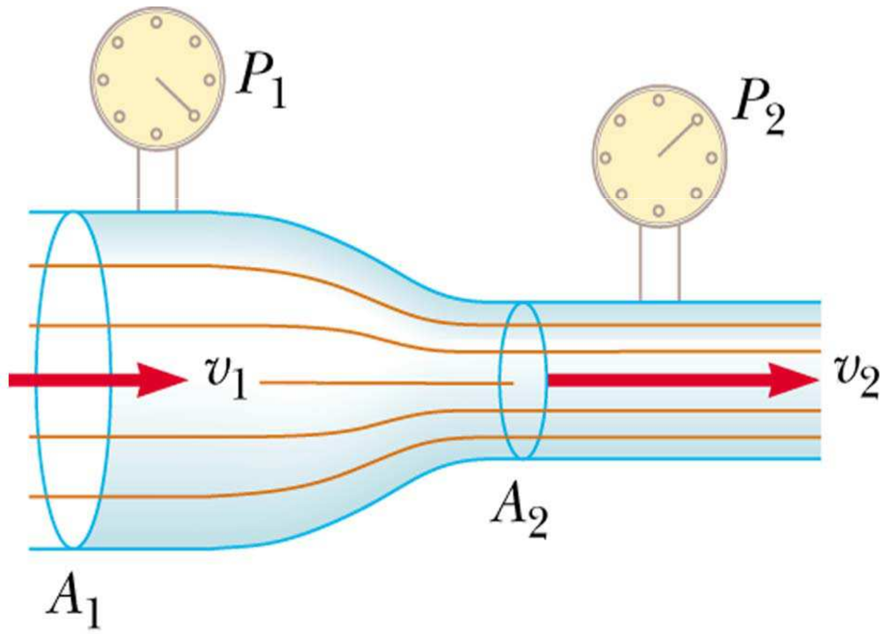
Soluzione

Dati: ΔP = 7000 Pa, ρ = 1000 kg/m^3
Trovare: v

formula

$$P + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{costante}$$

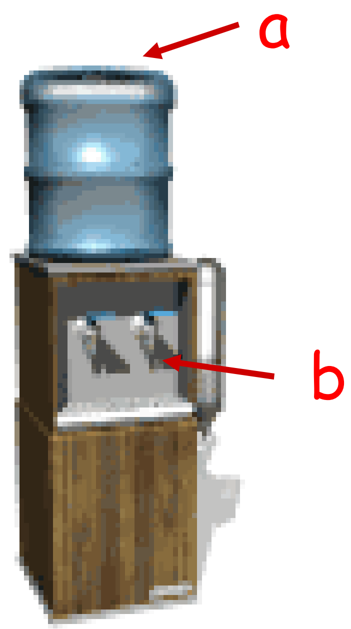
$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v^2$$



$$v^2 = \frac{2\Delta P}{\rho}$$

v = 3.74 m/s

Esercizio 11



L'acqua esce dal rubinetto del distributore In figura alla velocita' di 3 m/s. Qual'e' l'altezza dell'acqua al di sopra del rubinetto?

Soluzione

Formula :

$$P + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{constant}$$

Confronta l'acqua in alto (a) con l'acqua che esce dal rubinetto (b).

$$\cancel{P_a} + \rho g h_a + \frac{1}{2}\cancel{\rho v_a^2} = \cancel{P_b} + \cancel{\rho g h_b} + \frac{1}{2}\rho v_b^2$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$ **= 45.9 cm**