

A. En una tubería horizontal de sección variable circula agua siendo el radio en el tramo ancho, r_A , el doble que en el tramo estrecho, r_B . Sabiendo que en la sección en el tramo estrecho es 2 m^2 y que cada 3 segundos salen de la tubería 240 hectolitros de agua, calcular la velocidad del agua en cada tramo y la diferencia de presiones.

B. Se coloca un manómetro diferencial en la anterior tubería cuyo fluido manométrico tiene una densidad relativa de 11, y no es miscible con el agua. Calcular la diferencia de alturas alcanzada por este fluido entre las ramas del manómetro conectadas a los tramos ancho y estrecho de la tubería.

Resolución

A. La sección en la parte estrecha es $S_B = 2 \text{ m}^2$; el caudal es $Q = 240 \frac{\text{hectolitro}}{3 \text{ s}} = 8 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ y por la ecuación de continuidad $Q = S_A v_A = S_B v_B$, se deduce que la velocidad de B es $v_B = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; como el radio de A es doble del de B $\pi R_A^2 v_A = \pi (2R_B)^2 v_B = \pi R_B^2 v_B$, de donde la velocidad de A es $v_A = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos A y B, que tienen igual cota

$P_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$, obtenemos la diferencia de presión entre los puntos A y B

$$P_A - P_B = \frac{1}{2} \rho (v_B^2 - v_A^2) = \frac{1}{2} 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (16 - 1) \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 7,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

B. Al conectar un manómetro, esa diferencia de presión se manifiesta en la diferencia de alturas que se observa en las ramas del manómetro. La presión en el punto 1 es

$$P_1 = P_A + \rho_{\text{agua}} g (h + z) \text{ y en el punto 2 es } P_2 = P_B + \rho_{\text{agua}} g h + \rho_{\text{manom}} g z$$

Como la presión en los puntos 1 y 2 es la misma, igualando ambas expresiones

$$P_A - P_B = (\rho_{\text{manom}} - \rho_{\text{agua}}) g z = 7,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Sustituyendo los valores de la densidad del agua $\left(\rho_{\text{agua}} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$ y la del

líquido manométrico

$$\left(\rho_{\text{manom}} = 11 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \text{ se obtiene que la}$$

diferencia de alturas es $z = 0,75 \text{ m} = 75 \text{ cm}$

