1. Un gran depósito se llena de agua hasta una altura de 3,6m; sobre la superficie libre de 0,5 m^2 existe una sobrepresión que ejerce una fuerza de 6000 N; la presión atmosférica es de 1,02 bares. Calcular la presión ejercida en el fondo del depósito en Pascales, barias, milibares, bares, kp/m^2, atmósferas técnicas y metros de columna de agua. Utilizar $g=10\ m/s^2$ para cálculos y cambios de unidades.

2. 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.

3. 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 h alcanzada por este fluido entre las ramas del manómetro conectadas a los tramos ancho y estrecho de la tubería.

Resolución

1. La fuerza actuante sobre la superficie da lugar a una sobrepresión de

$$\Delta P = \frac{6000\ N}{0{,}5\ m^2} = 12 \cdot 10^3\ Pa$$

$$= 12 \cdot 10^4 barias = 0{,}12\ bares$$

Por tanto la presión en la superficie es

$$P_1 = P_0 + \Delta P = 1{,}02 + 0{,}12 = 1{,}14 bares = 1{,}14 \cdot 10^5\ Pa$$

La presión en el fondo es

$$P = P_1 + \rho g z = 1{,}14 \cdot 10^5\ Pa + 10^3 \frac{kg}{m^3} 10 \frac{m}{s^2} 3{,}6 m = 15 \cdot 10^4 Pa = 15 \cdot 10^5 baria = 1{,}5 bares =$$

$$= 1{,}5 \cdot 10^3\ mbares = 15 \cdot 10^3 \frac{kp}{m^2} = 1{,}5 at.tec. = 15\ m.c.a$$

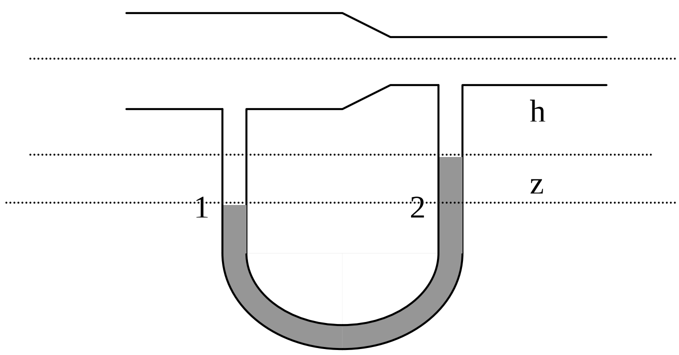
2. La sección en la parte estrecha es $S_B = 2\ m$; el caudal es $Q = 240 \frac{hectolitro}{3s} = 8 \frac{m^3}{s}$

y por la ecuación de continuidad $Q = S_A v_A = S_B v_B$, se deduce que la velocidad de B es

$v_B = 4\frac{m}{s}$; como el radio de A es doble del de B $\pi R_A^2 v_A = \pi (2R_B)^2 v_A = \pi R_B^2 v_B$, de donde la velocidad de A es $v_A = 1\frac{m}{s}$.

3. Aplicando la ecuación de Bernouilli 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

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



Al conectar un manómetro, esa diferencia de presión se manifiesta en la diferencia de alturas que se observa en las ramas del manómentro. La presión en el punto 1 es $P_1 = P_A + \rho_{agua} g(h+z)$ y en el punto 2 es $P_2 = P_B + \rho_{agua} gh + \rho_{manom} gz$

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

$$P_A - P_B = \left(\rho_{manom} - \rho_{agua}\right)gz = 7{,}5\cdot 10^3 Pa$$

Sustituyendo los valores de la densidad del agua $\left(\rho_{agua} = 10^3\frac{kg}{m^3}\right)$ y la del líquido manométrico$\left(\rho_{manom} = 11\cdot 10^3\frac{kg}{m^3}\right)$se obtiene que la diferencia de alturas es

$z = 0{,}75\ m = 75\ cm$