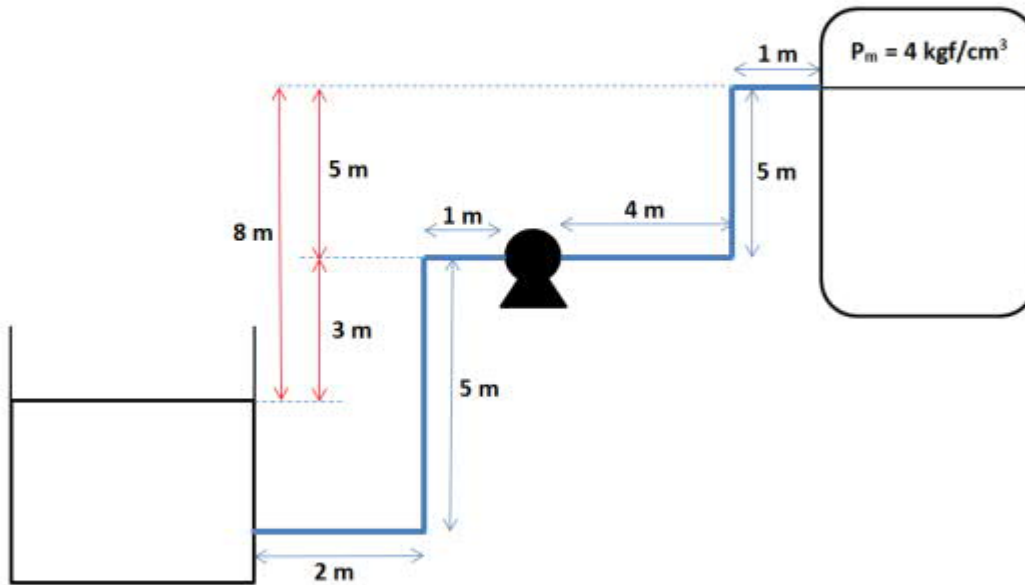


3. Se desea bombear agua desde un tanque que se encuentra sometido a presión atmosférica a otro tanque presurizado que se encuentra más elevado (la presión manométrica dentro del segundo tanque es de 4 kgf/cm^2). La tubería que se utiliza es de 2" sch 40. La rugosidad absoluta de la cañería es de $\epsilon = 0,105 \text{ mm}$. El caudal volumétrico es de 100 litros/min. Los codos tienen una longitud equivalente a 1,68m cada uno. La cantidad de codos y la longitud de la cañería se pueden observar en la figura. Densidad del agua $\rho = 1 \text{ gm/cm}^3$ y la viscosidad $\mu = 1 \text{ cp}$. Eficiencia de la bomba = 0.7. Presión de vapor del agua = 0.2 atm. ANPA requerido = 4 metros



- Calcular la carga total de la bomba.
- Calcular la potencia de la bomba.
- Calcular el ANPA disponible y compararlo con el requerido. Cavitará la bomba?
- Calcular el ANPA si la tubería de succión fuera una tubería de 1 1/4" sch 40. Cavitará la bomba?

$$Q_v := 100 \frac{\text{L}}{\text{min}} = 6 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Presiones a la en los tanques

Alturas

$$P_2 := (4 + 1) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_1 := 1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Z_2 := 5 \text{ m}$$

$$Z_1 := -3 \text{ m}$$

Caída de presión a cada lado de la bomba

$$\eta := 0.7 \quad \text{Eficiencia}$$

$$D_i := 60.33 \text{ mm} - 2 \cdot 3.91 \text{ mm} = 52.51 \text{ mm}$$

$$v_1 := 0 \quad \text{Velocidad inicial}$$

$$v_2 := v_1$$

$$\text{Velocidad final}$$

$$\rho := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$v_i := \frac{4Q_v}{\pi \cdot D_i^2} = 0.77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\epsilon := 0.105 \text{ mm}$$

$$\mu := 0.01 \text{ poise}$$

$$\epsilon_r := \frac{\epsilon}{D_i} = 0.002$$

$$N_{Re} := \frac{v_i \cdot \rho \cdot D_i}{\mu} = 4.041 \times 10^4$$

$$f := 0.027 \quad \text{Del diagrama de Moody}$$

$$L_s := 8\text{m}$$

$$L_{eq_Codo} := 1.68\text{m}$$

$$L_{Ts} := L_s + 2 \cdot L_{eq_Codo} = 11.36\text{ m}$$

$$L_d := 10\text{m}$$

$$L_{Td} := L_d + 2 \cdot L_{eq_Codo} = 13.36\text{ m}$$

Parte a)

$$L_T := L_{Ts} + L_{Td} = 24.72\text{ m}$$

$$\Delta P_s := f \cdot \frac{L_{Ts}}{D_i} \cdot \frac{v_i^2 \cdot \rho}{2} = 1.73 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

$$\Delta P_d := f \cdot \frac{L_{Td}}{D_i} \cdot \frac{v_i^2 \cdot \rho}{2} = 0.021 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\Delta P_T := \Delta P_s + \Delta P_d = 383.857 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$h_f := \frac{\Delta P_s + \Delta P_d}{\rho} \quad \text{Pérdida de carga total}$$

$$W_{p\eta} := \frac{P_2 - P_1}{\rho} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + h_f \quad \text{Trabajo por eficiencia de la bomba}$$

$$\Delta H := \frac{W_{p\eta}}{g} = 48.384\text{ m} \quad \text{Carga total}$$

Parte b)

$$W_p := \frac{W_{p\eta}}{\eta} = 677.834 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \quad \text{Trabajo real de la bomba}$$

$$Q_m := Q_v \cdot \rho = 1.667 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \text{Caudal másico}$$

$$P_T := Q_m \cdot W_p = 1.515 \cdot \text{hp} \quad \text{Potencia total de la bomba}$$

Parte c)

$$P_v := 0.2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Presión de vapor

$$Z_a := -3\text{m}$$

Altura de la superficie del líquido a la bomba

$$h_{fs} := \frac{\Delta P_s}{\rho}$$

Caída de presión en la cañería de succión

$$ANPA := \left(\frac{P_1 - P_v}{\rho} - h_{fs} \right) \cdot \frac{1}{g} + Z_a \quad \text{Altura Neta Positiva de Aspiración}$$

$$ANPA = 4.824 \text{ m}$$

$$ANPA_{\text{Requerido}} < ANPA_{\text{Disponible}}$$

La bomba NO CAVITA

Parte d)

$$D_{ii} := 42.16\text{mm} - 2 \cdot 3.56\text{mm} = 35.04 \cdot \text{mm}$$

$$v_{ii} := \frac{4Q_v}{\pi \cdot D_{ii}^2} = 1.728 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$N_{Re} := \frac{v_{ii} \cdot \rho \cdot D_{ii}}{\mu} = 6.056 \times 10^4$$

$$\varepsilon := 0.105\text{mm}$$

$$f := 0.028$$

$$\varepsilon_{\text{rel}} := \frac{\varepsilon}{D_{ii}} = 0.003$$

$$L_s := 8\text{m}$$

$$L_{\text{eq_Codo}} := 1.68\text{m}$$

$$L_{Ts} := L_s + 2 \cdot L_{\text{eq_Codo}} = 11.36 \text{ m}$$

$$\Delta P_s := f \cdot \frac{L_{Ts}}{D_{ii}} \cdot \frac{v_{ii}^2 \cdot \rho}{2} = 1.356 \times 10^4 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

$$P_v := 0.2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Presión de vapor

$$Z_a := -3\text{m}$$

Altura de la superficie del líquido a la bomba

$$h_{fs} := \frac{\Delta P_s}{\rho} = 13.558 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Caída de presión en la cañería de succión

$$ANPA := \left(\frac{P_1 - P_v}{\rho} - h_{fs} \right) \cdot \frac{1}{g} + Z_a \quad \text{Altura Neta Positiva de Aspiración}$$

$$ANPA = 3.617 \text{ m}$$

$$ANPA_{\text{Requerido}} > ANPA_{\text{Disponible}}$$

La bomba CAVITA