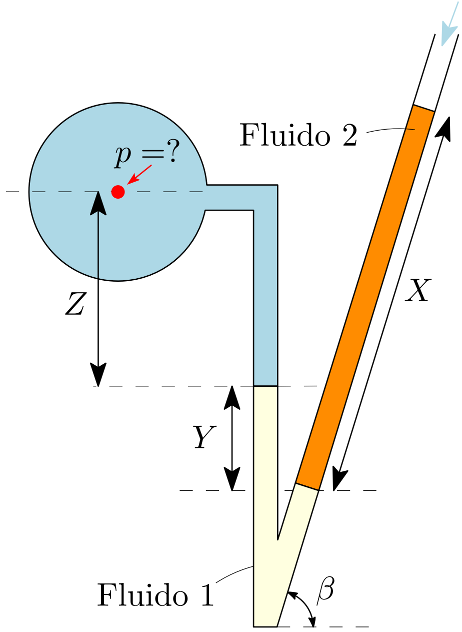
1 Primeira questão

Calcular a pressão relativa no ponto indicado da tubulação. Resposta em Pa com uma casa decimal.

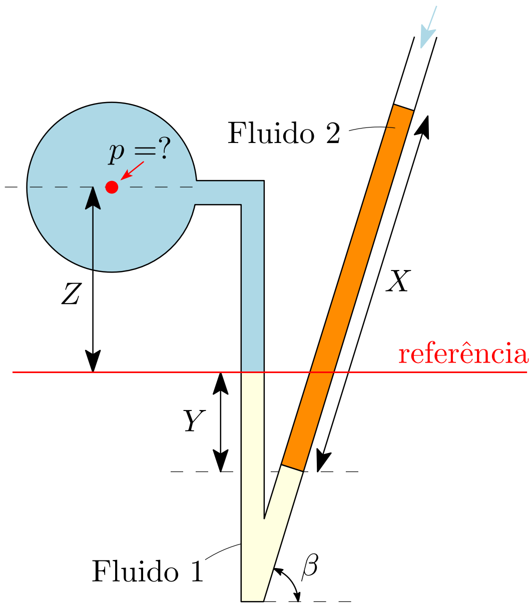
Dados:

- Massa específica do fluido 1 = $13.1\,\mathrm{g/cm^3}$
- Massa específica do fluido 2 = $8.3\,\mathrm{g/cm^3}$
- Massa específica da água = $1000\,\mathrm{kg/m^3}$
- $X = 18.4\,\mathrm{cm}$
- $Y = 8.3\,\mathrm{cm}$
- $Z = 21.9\,\mathrm{cm}$
- $\beta = 67.4\,°$

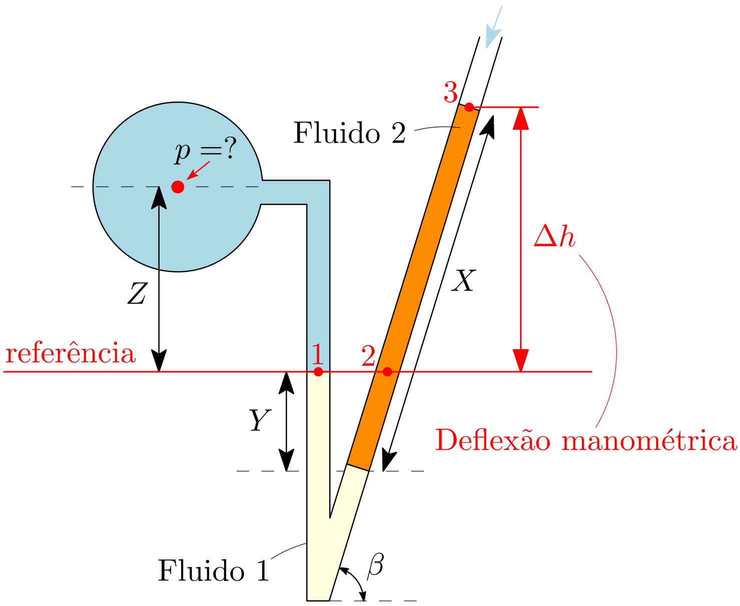


1.1 Solução

(1) Estabelecer um referencial. É comum adotar a interface líquido-líquido mostrada.



(2) Após estabelecer a cota de referência deve-se demarcar os pontos que serão analisados quanto a variação de pressão. Nesse caso, foram definidos dois pontos pertencentes à cota (1 e 2) e um ponto na superfície superior do fluido 2 (3) já que a pressão atmosférica na região simplifica os cálculos.



(3) Agora basta aplicar a lógica assimilada na parte de manômetros diferenciais e formular as equações para cada par de pontos como é visto abaixo

$$\begin{cases} p_1 - p = \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z \\ p_2 - p_3 = \gamma_2 \cdot \Delta h \end{cases}$$

(4) Aplicando os conceitos vistos em hidrostática, sabemos que pontos na mesma cota apresentam a mesma pressão (1 e 2), logo

$$\begin{aligned} p_1 &= p_2 && (1) \\ p + \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z &= p_3 + \gamma_2 \cdot \Delta h && (2) \end{aligned}$$

(5) Como a pressão atuante em 3 é a atmosférica podemos desprezá-la para o sistema analisado, assim ao isolar p obtemos

$$p = \gamma_2 \cdot \Delta h - \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z \tag{3}$$

(6) Podemos considerar, por trigonometria, que $\Delta h = X \cdot \sin(\beta) - Y$ e que $\gamma = \rho \cdot g$, então

$$\begin{aligned} p &= \rho_2 \cdot g \cdot (X \cdot \sin(\beta) - Y) - \rho_{\mathrm{H_2O}} \cdot g \cdot Z && (4) \\ &= g \cdot \big(\rho_2 \cdot (X \cdot \sin(\beta) - Y) - \rho_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z\big) && (5) \end{aligned}$$

(7) Por fim, é necessário considerar as unidades no SI e converter as massas específicas dadas em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3) para quilogramas por metro cúbico (kg/m^3)

$$\begin{aligned} \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} &= \frac{10^{-3}}{(10^{-2})^3} \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} && (6) \\ &= \frac{10^{-3}}{10^{-6}} \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} && (7) \\ &= 1000 \, \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} && (8) \end{aligned}$$

(8) Ao multiplicar os valores de massa específica em gramas por centímetro cúbico por 1000 e substituir o restante dos valores de comprimento (em metros) na equação obtida para p, obtemos que p será

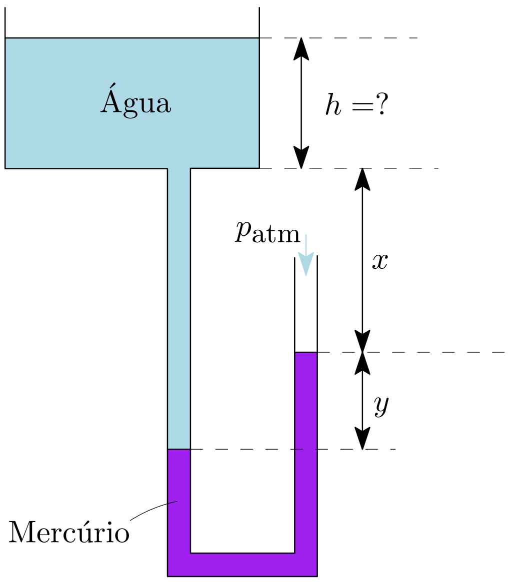
$$\begin{aligned} p &= 9.81 \cdot \big(8300 \cdot (18.4 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 67.4\,^\circ - 8.3 \cdot 10^{-2}) - && (9)\\ &- 1000 \cdot 21.9 \cdot 10^{-2}\big) && (10)\\ &= 4924.9\,\mathrm{Pa} \approx 4.9\,\mathrm{kPa} && (11) \end{aligned}$$

2 Segunda questão

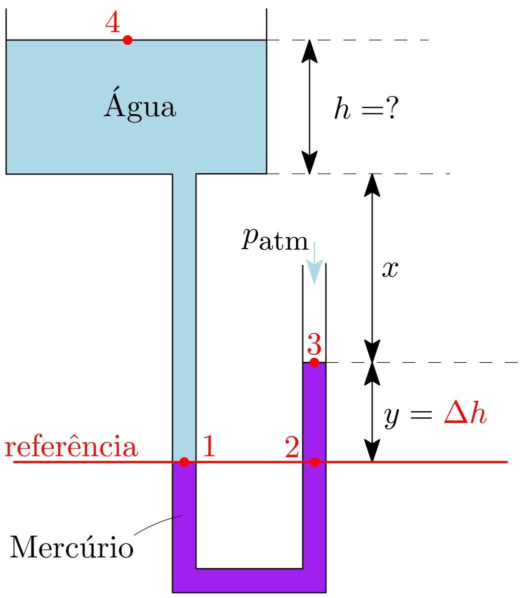
A figura abaixo ilustra um reservatório de água, cujo nível h pode ser determinado utilizando um manômetro. Calcule o valor de h em centímetros (cm) com uma casa decimal.

Dados:

- Reservatório contém água
- Manômetro contém líquido manométrico: Mercúrio
- Peso específico da água: $\gamma_{\mathrm{H_2O}} = 1000\,\mathrm{kgf/m^3}$
- Peso específico do mercúrio: $\gamma_{\mathrm{Hg}} = 13\,600\,\mathrm{kgf/m^3}$
- $x = 29.2\,\mathrm{cm}$
- $y = 10.9\,\mathrm{cm}$



(1) De maneira análoga a que foi usada na questão anterior, foi feito o estabelecimento de uma cota de referência e a marcação dos pontos para formular as equações



(2) As equações obtidas são

$$\begin{cases} p_1 - p_4 = \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot (x + y + h) \\ p_2 - p_3 = \gamma_{\mathrm{Hg}} \cdot y \end{cases}$$

Assim

$$\begin{aligned} p_1 &= p_2 && (12) \\ \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot (x + y + h) &= \gamma_{\mathrm{Hg}} \cdot y && (13) \\ h &= \frac{(\gamma_{\mathrm{Hg}} - \gamma_{\mathrm{H_2O}}) \cdot y - \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot x}{\gamma_{\mathrm{H_2O}}} && (14) \end{aligned}$$

Considerando que

$$1\,\mathrm{kgf} = 9.81\,\mathrm{N} \tag{15}$$

temos

$$\begin{aligned} h &= \frac{\cancel{9.81} \cdot (13600 - 1000) \cdot 10.9 \cdot 10^{-2} - \cancel{9.81} \cdot 1000 \cdot 29.2 \cdot 10^{-2}}{\cancel{9.81} \cdot 1000} && (16) \\ &= 1.0814\,\mathrm{m} \approx 108.1\,\mathrm{cm} && (17) \end{aligned}$$