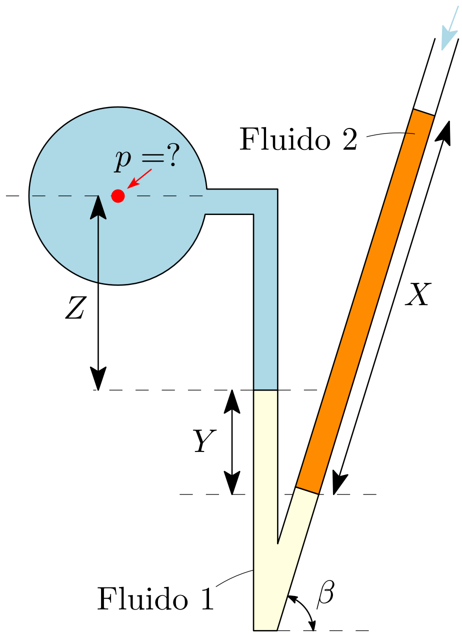
1 Primeira questão

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

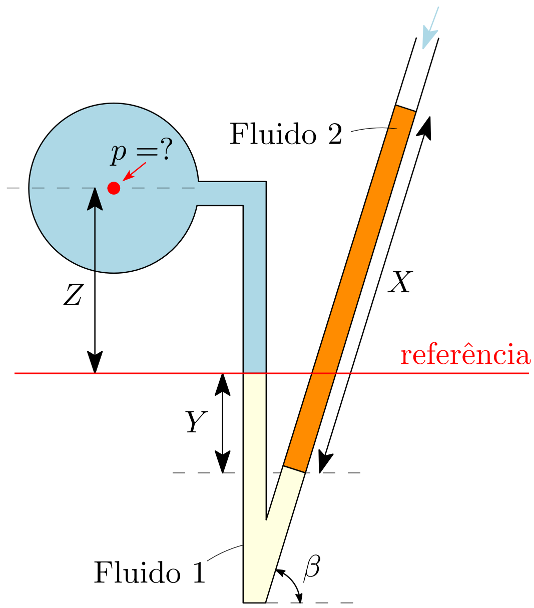
Dados:

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

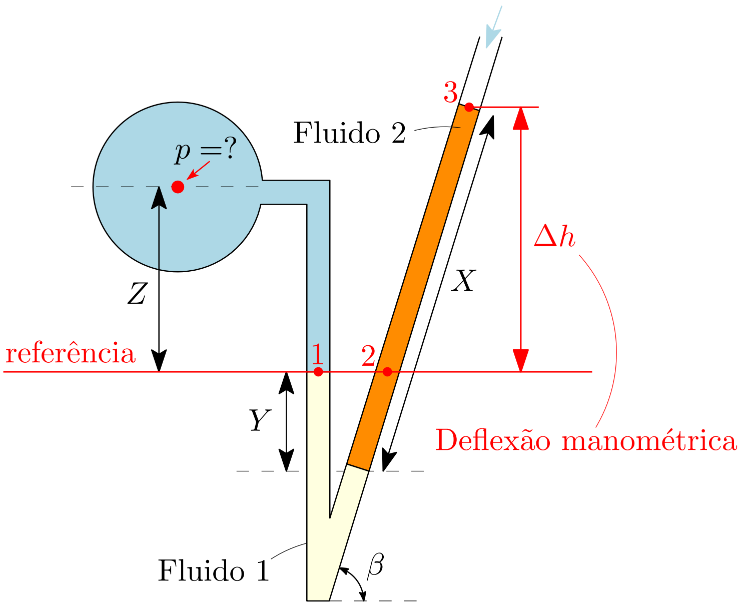


1.1 Solução

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



(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 aplicação a lógica assimilada na parte do 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

$$p + \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z = p_3 + \gamma_2 \cdot \Delta h \tag{1}$$

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

$$p = \gamma_2 \cdot \Delta h - \gamma_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z \tag{2}$$

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

$$\begin{aligned} p &= \rho_2 \cdot g \cdot X \cdot \sin\beta - \rho_{\mathrm{H_2O}} \cdot g \cdot Z & (3) \\ &= g \cdot (\rho_2 \cdot X \cdot \sin\beta - \rho_{\mathrm{H_2O}} \cdot Z) & (4) \end{aligned}$$

(7) Por fim, é necessário considerar o 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)

$$\begin{aligned} \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} &= \frac{10^{-3}}{(10^{-2})^3}\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} & (5) \\ &= \frac{10^{-3}}{10^{-6}}\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} & (6) \\ &= 1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} & (7) \end{aligned}$$

(8) Ao substituir os valores de massa específica em gramas por centímetro cúbico pelo fator (1000), obtemos que p será

$$\begin{aligned} p &= 8300 \cdot 9.81 \cdot \sin 67.4^\circ - 1000 \cdot 9.81 \cdot 21.9 \cdot 10^{-2} & (8) \\ &= 73\,022.1\,\mathrm{Pa} \approx 73\,\mathrm{kPa} & (9) \end{aligned}$$