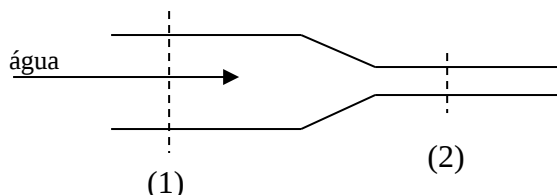


Prova oficial – 26/11/2013 – turma B

1ª Questão: A água escoar em um tubo circular cuja seção de entrada possui um diâmetro de 4 cm. Esse tubo sofre um estrangulamento de tal forma que o diâmetro da seção de saída é de 2 cm. Considerando que a massa específica da água é igual a 1000 kg/m³, supondo que a queda de pressão no trecho em análise ($p_1 - p_2$) é $2,7 \times 10^3$ N/m² e que a perda de carga no trecho é 0,153 m, calcule a velocidade na entrada e a vazão do escoamento.



$$H_1 = H_2 + H_{p1-2} \Rightarrow z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + 0,153 \therefore \frac{p_1 - p_2}{\gamma} - 0,153 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{19,6} = \frac{2,7 \times 10^3}{9,8 \times 1000} - 0,153 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 \cong 2,4 \Rightarrow (\text{I} - \text{valor } 0,5)$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2 \Rightarrow v_1 \times \frac{\pi \times D_1^2}{4} = v_2 \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} \therefore v_1 \times 16 = v_2 \times 4$$

$$\therefore v_2 = 4 \times v_1 \Rightarrow (\text{II} - \text{valor } 0,5)$$

De (II) em (I), temos:

$$16v_1^2 - v_1^2 = 2,4 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2,4}{15}} \cong 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

$$Q = v_1 \times A_1 = 0,4 \times \frac{\pi \times 0,04^2}{4} \cong 5,03 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,503 \frac{\text{L}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

2ª Questão: Qual a vazão (Q), a vazão em massa (Q_m) e a vazão em peso (Q_G) com que a água escoar em uma tubulação de 52,5 mm ($A = 21,7 \text{ cm}^2$), sabendo que o número de Reynolds é igual a $6,3 \times 10^6$, que a massa específica da água é 1000 kg/m³, que a viscosidade da água na temperatura do escoamento é $10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ e a aceleração da gravidade é $9,8 \text{ m/s}^2$.

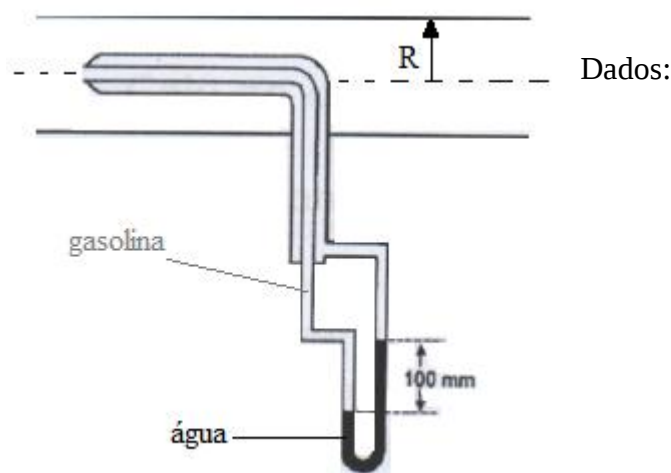
$$\text{Re} = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} \Rightarrow 6,3 \times 10^6 = \frac{1000 \times v \times 0,0525}{10^{-5}} \therefore v = \frac{6,3 \times 10^6 \times 10^{-5}}{1000 \times 0,0525} = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

$$Q = v \times A = 1,2 \times 21,7 \times 10^{-4} \cong 2,6 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

$$Q_m = \rho \times Q = 1000 \times 2,6 \times 10^{-3} \cong 2,6 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

$$Q_G = g \times Q_m = 9,8 \times 2,6 \cong 25,5 \frac{\text{N}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

3ª Questão: O esquema a seguir descreve um tubo de Pitot localizado no centro de um conduto de 200 mm de diâmetro, empregado na transferência de gasolina. Calcule a vazão **em L/s** da gasolina sabendo que se trata de um escoamento turbulento.



$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_{\text{água}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

$$\rho_{\text{gasolina}} = 667 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$v_{\text{real}} = \sqrt{2gh \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right)}$$

Como o tubo de Pitot está instalado no eixo, temos:

$$v_{\text{real}} = v_{\text{max}} = \sqrt{2 \times 9,8 \times \frac{100}{1000} \times \left(\frac{1000 \times 9,8 - 667 \times 9,8}{667 \times 9,8} \right)} \cong 0,989 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

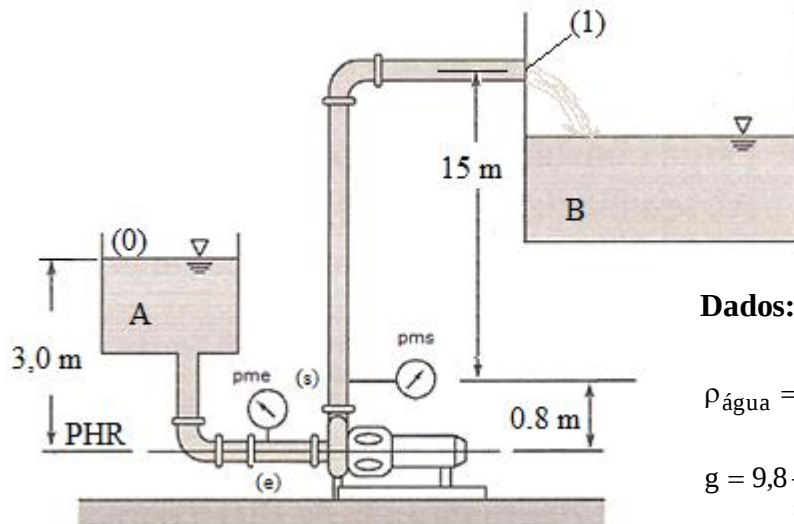
Como o escoamento é turbulento, temos:

$$v_{\text{média}} = \frac{49}{60} \times v_{\text{máx}} = \frac{49}{60} \times 0,989 \cong 0,808 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

$$Q = v \times A = 0,808 \times \frac{\pi \times 0,2^2}{4} \cong 0,0254 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 25,4 \frac{\text{L}}{\text{s}} \Rightarrow (1,0)$$

4ª Questão: A instalação a seguir tem um único diâmetro interno igual 40,8 mm ($A = 13,1 \text{ cm}^2$) e transfere água do reservatório A para o reservatório B com uma vazão de 2,5 L/s. A perda de carga de (0) a (e) é igual a 2,0 m e a perda de (s) a (1) é igual a 4,2 m, pede-se:

- a pressão na entrada da bomba registrada pelo manômetro em mca;
- a pressão na saída da bomba registrada no manômetro em Pa;
- a carga manométrica da bomba.



Dados:

$$\rho_{\text{água}} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{13,1 \times 10^{-4}} \cong 1,91 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow (0,5)$$

$$a) \rightarrow H_0 = H_e + H_{p0-e} \Rightarrow z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g} + 2$$

$$\therefore 3 = \frac{p_e}{1000 \times 9,8} + \frac{1,91^2}{19,6} + 2 \Rightarrow p_e = 9800 \times (3 - 2 - 0,186) \cong 7977,2 \text{ Pa}$$

$$p_e = \frac{7977,2}{9800} \cong 0,814 \text{ mca} \Rightarrow (0,5)$$

$$b) \rightarrow H_s = H_1 + H_{ps-1} \Rightarrow z_s + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + 4,2$$

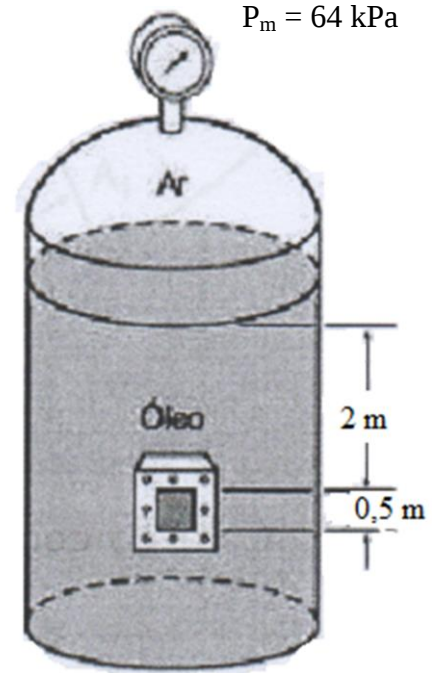
$$\therefore 0,8 + \frac{p_s}{9800} = 15,8 + 4,2 \Rightarrow p_s = 9800 \times (15,8 + 4,2 - 0,8) \cong 18816 \text{ Pa} \Rightarrow (0,5)$$

$$c) \rightarrow H_0 + H_B = H_1 + H_{p0-e} + H_{ps-1} \Rightarrow 3 + H_B = 15,8 + \frac{1,91^2}{19,6} + 2 + 4,2$$

$$\therefore H_B \cong 19,2 \text{ m} \rightarrow (0,5)$$

5ª Questão: A figura ao lado representa um tanque fechado e pressurizado que contém ar e óleo com massa específica igual a 850 kg/m^3 . O tanque possui uma janela de inspeção quadrada com $0,5 \text{ m}$ de lado, cuja borda superior está localizada a 2 m abaixo do nível do óleo. Um manômetro instalado no topo do tanque indica uma pressão de 64 kPa . Para esta situação, pede-se:

- a pressão no centro da janela de inspeção na escala efetiva;
- a pressão no centro da janela de inspeção na escala absoluta.



$P_m = 64 \text{ kPa}$

Dado: $p_{\text{atm}} = 101,3 \text{ kPa}$

$$a) \rightarrow p_{\text{centro}} = 64000 + 850 \times 9,8 \times 2,25 = 827425 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \rightarrow (1,0)$$

$$b) \rightarrow p_{\text{abs}} = p_{\text{efetiva}} + p_{\text{atm}} \therefore p_{\text{centroabs}} = 827425 + 101300 = 1840425 \text{ Pa} \rightarrow (1,0)$$