

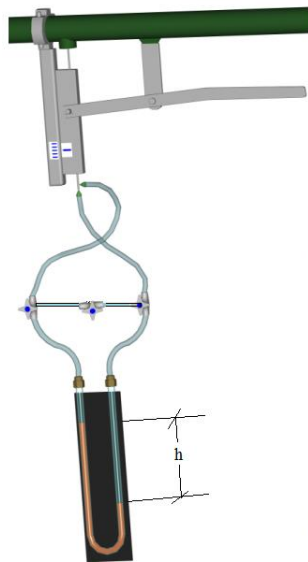
### Gabarito da Prova oficial – turma A – 28/11/2013

**1ª Questão:** Na experiência do tubo de Pitot, instalado no eixo do tubo, foi obtido um desnível (h) do fluido manométrico (isoparafina 13/15 + bromofórmio + corante –  $\rho_m = 2890 \text{ kg/m}^3$ ) igual a 178 mm. Nesta situação foi determinado o tempo (t) de 19,8 s para que o nível d'água subisse 100 mm no interior do tanque superior ( $A_{\text{tanque}} = 0,5476 \text{ m}^2$ ) que é alimentado pela tubulação aonde o Pitot está instalado. Pede-se determinar:

- a velocidade real, especificando se é máxima ou não, pelo tubo de Pitot;
- a vazão pelo tubo de Pitot;
- a vazão no tanque superior.

**Dados:**  $\rho_{\text{água}} = 997,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$v_{\text{água}} = 0,957 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



**Dados adicionais:** o tubo aonde o tubo de Pitot foi instalado tem  $D_{\text{interno}} = 40,8 \text{ mm}$  e  $A = 13,1 \text{ cm}^2$

**Solução:**

- $v_{\text{real}}$  é a velocidade máxima já que o tubo de Pitot está instalado no eixo do tubo

$$v_{\text{real}} = v_{\text{máx}} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,178 \times \left( \frac{2890 - 997,8}{997,8} \right) \times \frac{9,8}{9,8}} \cong 2,57 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0,5)$$

- b. supondo escoamento turbulento e como trata-se de um conduto forçado de seção transversal circular, temos:

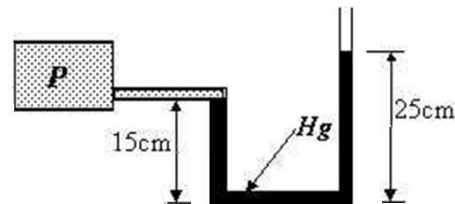
$$v_{\text{média}} = \frac{49}{60} \times 2,57 \cong 2,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0,5)$$

$$Re = \frac{2,1 \times 40,8 \times 10^{-3}}{0,957 \times 10^{-6}} \cong 89530 \therefore \text{turbulento} \Rightarrow \text{ok} \rightarrow (0,5)$$

$$Q_{\text{Pitot}} = 2,1 \times 13,1 \times 10^{-4} \cong 2,75 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow (0,5)$$

c.  $Q_{\text{tanque}} = Q_R = \frac{0,1 \times 0,5476}{19,8} \cong 2,77 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow (0,5)$

**2ª Questão:** Para se medir a pressão absoluta de um gás ( $p_{\text{gás\_abs}}$ ) usa-se um manômetro, que consiste de um tubo em forma de U contendo Hg ( $\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$ ). Com base na figura, e sendo a pressão atmosférica  $p_{\text{atm}} = 100000 \text{ N/m}^2$ , determine  $p_{\text{gás\_abs}}$ . Considere a aceleração da gravidade local  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .



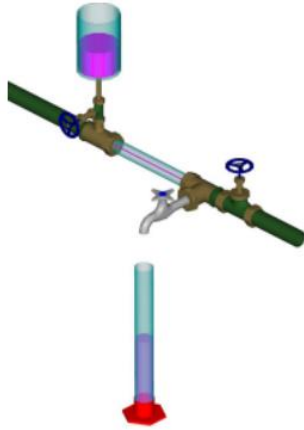
**Solução:**

$$p_{\text{gás}} + 0,15 \times 13600 \times 9,8 - 0,25 \times 13600 \times 9,8 = 0$$

$$p_{\text{gás}} = 13328 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (\text{ou Pa}) \rightarrow (1,5)$$

$$p_{\text{gás\_abs}} = p_{\text{gás}} + p_{\text{atm}} = 13328 + 100000 = 113328 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (\text{ou Pa}) \rightarrow (1,0)$$

**3ª Questão:** Na experiência de Reynolds foi obtido um volume de 110 mL em um intervalo de tempo igual a 22,8 s Sabendo-se que o diâmetro interno do tubo de vidro, aonde foi visualizado o tipo de escoamento, é 10 mm e que as propriedades da água ( $\rho$  e  $\nu$ ) são as dadas na primeira questão, pede-se:



- a. a vazão da água;
- b. a velocidade média do escoamento através do tubo de vidro;
- c. o número de Reynolds no tubo de vidro;
- d. o tipo de escoamento (laminar, ou transição ou turbulento) que existe no tubo de vidro.

**Solução:**

$$a) Q = \frac{V}{t} = \frac{110(\text{mL})}{22,8(\text{s})} \cong 4,83 \frac{\text{mL}}{\text{s}} = 4,83 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow (1,0)$$

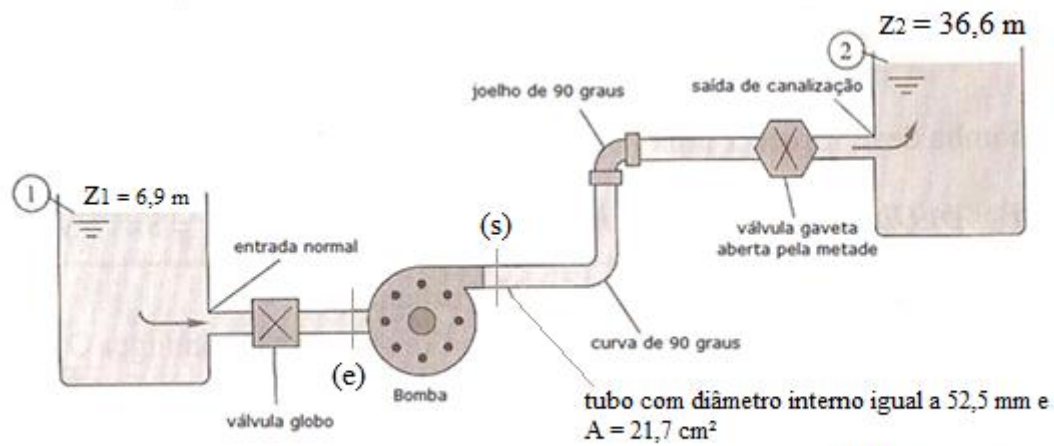
$$b) v = \frac{Q}{A} = \frac{4,83 \times 10^{-6}}{\frac{\pi \times 0,01^2}{4}} \cong 0,0615 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0,5)$$

$$c) Re = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{0,0615 \times 0,01}{0,957 \times 10^{-6}} \cong 642,6 \rightarrow (0,5)$$

d) como  $Re < 2000$ , podemos afirmar que trata-se de um escoamento laminar  $\rightarrow (0,5)$

**4ª Questão:** Através da instalação hidráulica esquematizada a seguir é transportada água ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) com uma vazão de  $3,2 \text{ L/s}$ . Sabendo que a cota da seção de entrada e da seção de saída, são respectivamente  $1,9 \text{ m}$  e  $2,4 \text{ m}$ , que a perda de carga antes da bomba é  $2,6 \text{ m}$  e depois da bomba é  $13,8 \text{ m}$ , pede-se:

- a. a pressão na entrada da bomba ( $p_e$ );
- b. a pressão na saída da bomba ( $p_s$ );
- c. a carga manométrica da bomba ( $H_B$ ).



PHR

### Solução:

$$a) H_1 = H_e + H_{p1-e} \therefore 6,9 = 1,9 + \frac{v^2}{19,6} + \frac{p_e}{9800} + 2,6$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{3,2 \times 10^{-3}}{21,7 \times 10^{-4}} \cong 1,48 \frac{m}{s} \rightarrow (0,5)$$

$$6,9 = 1,9 + \frac{1,48^2}{19,6} + \frac{p_e}{9800} + 2,6 \Rightarrow 6,9 = 1,9 + 0,112 + \frac{p_e}{9800} + 2,6 \therefore p_e \cong 224224 Pa \rightarrow (0,5)$$

$$b) H_S = H_2 + H_{pS-2} \therefore 2,4 + \frac{1,48^2}{19,6} + \frac{p_S}{9800} = 36,6 + 13,8 \Rightarrow p_S = 9800 \times (36,6 + 13,8 - 2,4 - 0,112)$$

$$p_S \cong 4693024 Pa \rightarrow (0,5)$$

$$c) H_1 + H_B = H_2 + H_{paB} + H_{pdB} \Rightarrow 6,9 + H_B = 36,6 + 2,6 + 13,8 \therefore H_B = 46,1 m \rightarrow (1,0)$$