

(Cont 1) $P_{abs} = -7840 + 10.000 = 2160 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

d) $H_0 + H_B = H_1 + H_{P_{tub}}$

$0 + H_B = -9,5 + H_{P_{tub}}$

$H_e + H_B = H_s \Rightarrow Z_e = Z_s$

$\frac{P_e}{1000} + \frac{V_e^2}{19,6} + H_B = \frac{P_s}{1000} + \frac{V_s^2}{19,6}$

$3,668 \times 10^{-3} = V_e \times 21,7 \times 10^{-4} \Rightarrow V_e \approx 1,69 \text{ m/s}$

$\frac{-7840}{1000} + \frac{1,69^2}{19,6} + H_B = \frac{16100}{1000} + \frac{2,8^2}{19,6}$

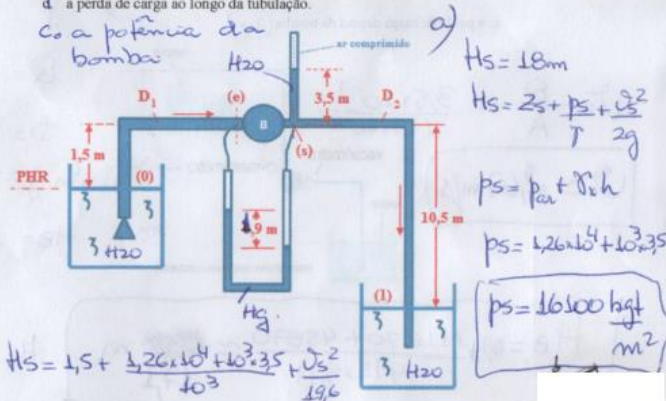
$H_B = 16,1 + 7,84 + \frac{2,8^2 - 1,69^2}{19,6} \approx 24,2 \text{ m}$

$H_{P_{tub}} = 24,2 + 9,5 \Rightarrow H_{P_{tub}} \approx 33,7 \text{ m}$

c) $N_B = \frac{1000 \times 0,003668 \times 24,2}{0,8} \approx 111 \frac{\text{kgf} \times \text{m}}{\text{s}} \approx 10874 \text{ W}$

Nome: GABARITO número: _____

1. Na instalação hidráulica esquematizada a seguir a carga total na seção de saída da bomba (s) é igual a 18 m. Nesta seção foi instalado um tubo de vidro fechado na parte superior e onde atua um ar comprimido com pressão igual a 1,26 kgf/cm². Sendo dados: $\gamma_{\text{água}} = 1000 \text{ kgf/m}^3$, $\gamma_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kgf/m}^3$, $D_1 = 52,5 \text{ mm}$ ($A_1 = 21,7 \text{ cm}^2$); $D_2 = 40,8 \text{ mm}$ ($A_2 = 13,1 \text{ cm}^2$); pressão atmosférica igual a 10000 kgf/m² e o rendimento da bomba (η_B) igual a 0,8, pede-se:
- a vazão do escoamento;
 - a pressão na entrada da bomba na escala efetiva e absoluta;
 - a perda de carga ao longo da tubulação.



$H_s = 1,5 + \frac{1,26 \times 10^4 + 10^3 \times 3,5}{10^3} + \frac{V_s^2}{19,6}$

$18 = 1,5 + 12,6 + 3,5 + \frac{V_s^2}{19,6} \Rightarrow V_s = \sqrt{0,4 \times 19,6} \approx 2,8 \text{ m/s}$

$Q = 2,8 \times 13,1 \times 10^{-4}$

$Q \approx 0,003668 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 3,668 \frac{\text{L}}{\text{s}}$

$P_e + 0,9 \times 13600 - 0,9 \times 1000 = P_s$

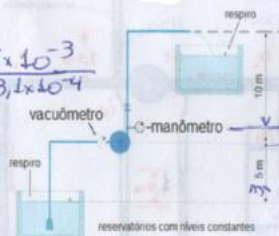
$P_e + 12240 - 900 = 16100 \Rightarrow P_e = -7840 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

2. A instalação de bombeamento representada a seguir transporta água ($\rho = 995 \text{ kg/m}^3$) com uma vazão de $3,5 \text{ L/s}$. Sabendo que a instalação tem um único diâmetro interno igual a $40,8 \text{ mm}$ ($A = 13,1 \text{ cm}^2$), que a aceleração da gravidade é igual a $9,8 \text{ m/s}^2$, que a pressão na entrada da bomba, registrada pelo vacuômetro, é de -45870 N/m^2 (ou Pa), que a pressão na saída da bomba, registrada pelo manômetro, é 111870 Pa e que a variação de cotas entre a seção de entrada e saída da bomba é $0,9 \text{ m}$, pede-se:

- a carga manométrica (HB) da bomba;
- a perda de carga antes da bomba;
- a perda de carga depois da bomba

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{3,5 \times 10^{-3}}{13,1 \times 10^{-4}}$$

$$V \approx 2,67 \text{ m/s}$$



$$a) \rho = 995 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 3,5 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$D = 40,8 \text{ mm} \rightarrow A = 13,1 \text{ cm}^2$$

$$\Delta z = 0,9 \text{ m} \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$H_B = \frac{p_s - p_e}{\rho} + \Delta z$$

$$H_B = 0,9 + \frac{111870 + 45870}{995 \times 9,8} \approx 17,1 \text{ m}$$

$$H_i = H_B + H_{pAB}$$

b) $H_i = H_B + H_{pAB}$ PHR em (c), portanto:

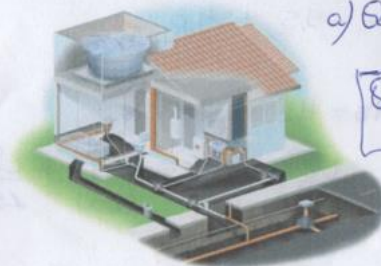
$$0 = 3,5 + \frac{2,67^2}{19,6} - \frac{45870}{995 \times 9,8} + H_{pAB} \Rightarrow H_{pAB} \approx 0,841 \text{ m}$$

c) $H_s = H_f + H_{pAB} \Rightarrow$ PHR em (s), portanto:

$$\frac{111870}{995 \times 9,8} = 10 + H_{pAB} \Rightarrow H_{pAB} \approx 1,48 \text{ m} (1,473 \text{ m})$$

3. Uma caixa d'água de 8000 litros precisa ser cheia num tempo de 4 horas. A tubulação é de PVC soldável e tem um diâmetro interno de $21,6 \text{ mm}$ e uma área de seção livre igual a $3,67 \text{ cm}^2$. Considerando que a água encontra-se a 25°C onde temos $\rho_{\text{água}} = 997 \text{ kg/m}^3$ e $\nu_{\text{água}} = 0,892 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, pede-se:

- a vazão de escoamento;
- a vazão em massa do escoamento;
- a vazão em peso do escoamento;
- a velocidade média do escoamento;
- o tipo de escoamento observado no tubo (laminar, transição ou turbulento).



$$a) Q = \frac{V}{t} = \frac{8000}{4}$$

$$Q = 2000 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

$$b) Q_m = \rho \times Q = 997 \times \frac{2000 \times 10^{-3}}{3600}$$

$$Q_m \approx 0,554 \text{ kg/s}$$

$$c) Q_a = g \times Q_m = 9,8 \times 0,554 \approx 5,43 \text{ N/s}$$

$$d) V = \frac{Q}{A} = \frac{2/3600}{3,67 \times 10^{-4}} \approx 1,51 \text{ m/s}$$

$$e) Re = \frac{V \cdot D_H}{\nu} = \frac{1,51 \times 21,6 \times 10^{-3}}{0,892 \times 10^{-6}} = 36565$$

TURBULENTO