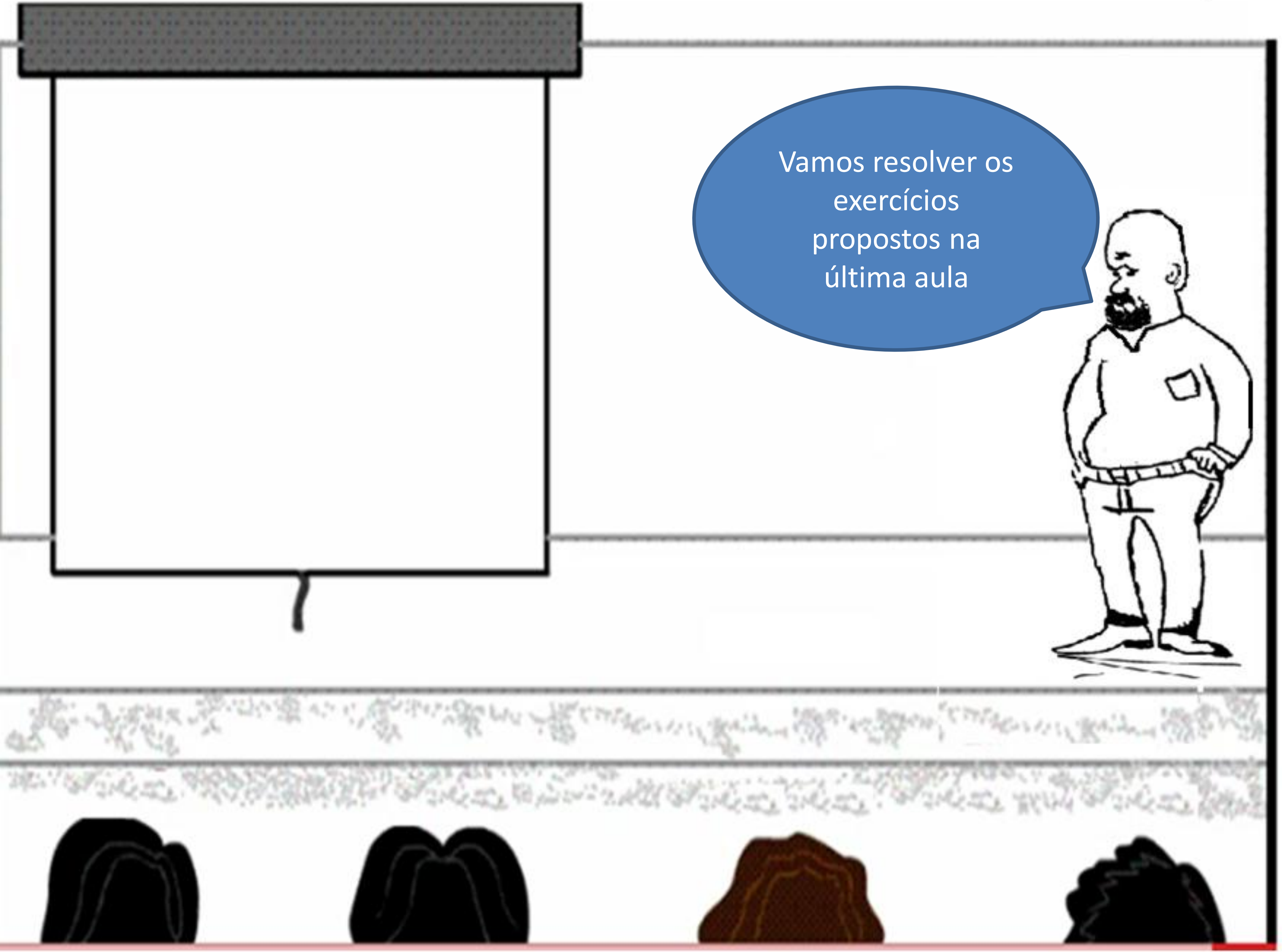
Décima segunda aula de FT

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio


Vamos resolver os exercícios propostos na última aula

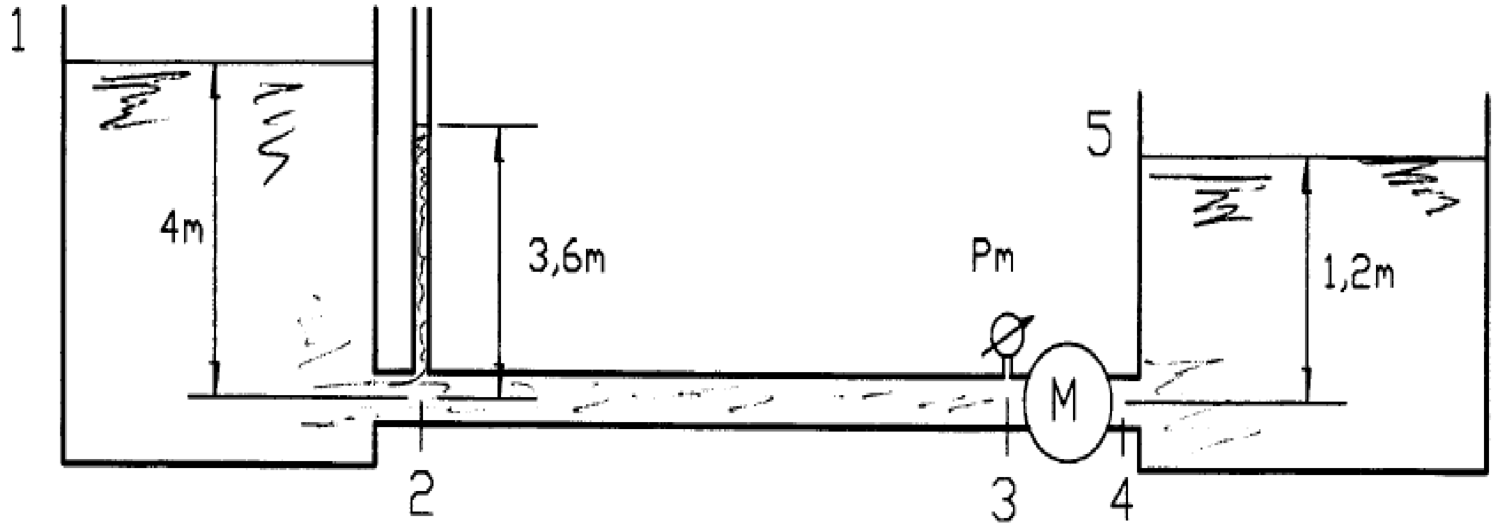
O conduto da figura tem diâmetro 100mm e a pressão no manômetro é pm = 0,24 kgf/cm^2.
As perdas de carga entre as seções 1 e 2 e entre as seções 4 e 5 são desprezíveis.
O fluido é água.

Determinar:

a) a vazão

b) a perda de carga na tubulação

c) o tipo de máquina e sua carga manométrica



Para iniciar o problema nós devemos achar o sentido do escoamento, lembrando que em um trecho sem máquina o escoamento ocorre da carga maior para a carga menor.

Adotando o PHR (plano horizontal de referência) no eixo do conduto, temos:

$$H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = 0 + 3{,}6 + \frac{v_2^2}{19{,}6}$$

$$H_3 = z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{v_3^2}{2g} = 0 + \frac{0{,}24 \times 10^4 \times 9{,}8}{1000 \times 9{,}8} + \frac{v_3^2}{19{,}6} = 0 + 2{,}4 + \frac{v_3^2}{19{,}6}$$

Como o diâmetro é constante, podemos afirmar que as velocidades médias de escoamento também o são, portanto $H_2 > H_3$ e isto nos permite afirmar que o escoamento ocorre de (1) para (5).

Aplicando a equação da energia de (1) a (2) mantendo o PHR, resulta:

$$H_1 = H_2 + H_{p1-2} \Rightarrow 4 = 3{,}6 + \frac{v_2^2}{19{,}6} + 0 \rightarrow v_2 = \sqrt{19{,}6 \times (4 - 3{,}6)} \cong 2{,}8\,\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow Q = 2{,}8 \times \frac{\pi \times 0{,}1^2}{4} \cong 0{,}0220\,\frac{m^3}{s} \Rightarrow \text{resposta a)}$$

b)

$$H_{p_{total}} = H_{p_{1-2}} + H_{p_{2-3}} + H_{p_{3-4}} + H_{p_{4-5}}$$

Como : $H_{p_{1-2}} = H_{p_{4-5}}$ e $H_{p_{3-4}}$ já considerada no rendimento da máquina, temos :

$$H_{p_{total}} = H_{p_{2-3}} \Rightarrow H_2 = H_3 + H_{p_{total}} \therefore H_{p_{total}} = 3,6 - 2,4 = 1,2m$$

c)

$$H_1 + H_{maq} = H_5 + H_{p_{total}}$$

$$4 + H_{maq} = 1,2 + 1,2$$

$$H_{maq} = -1,6m$$

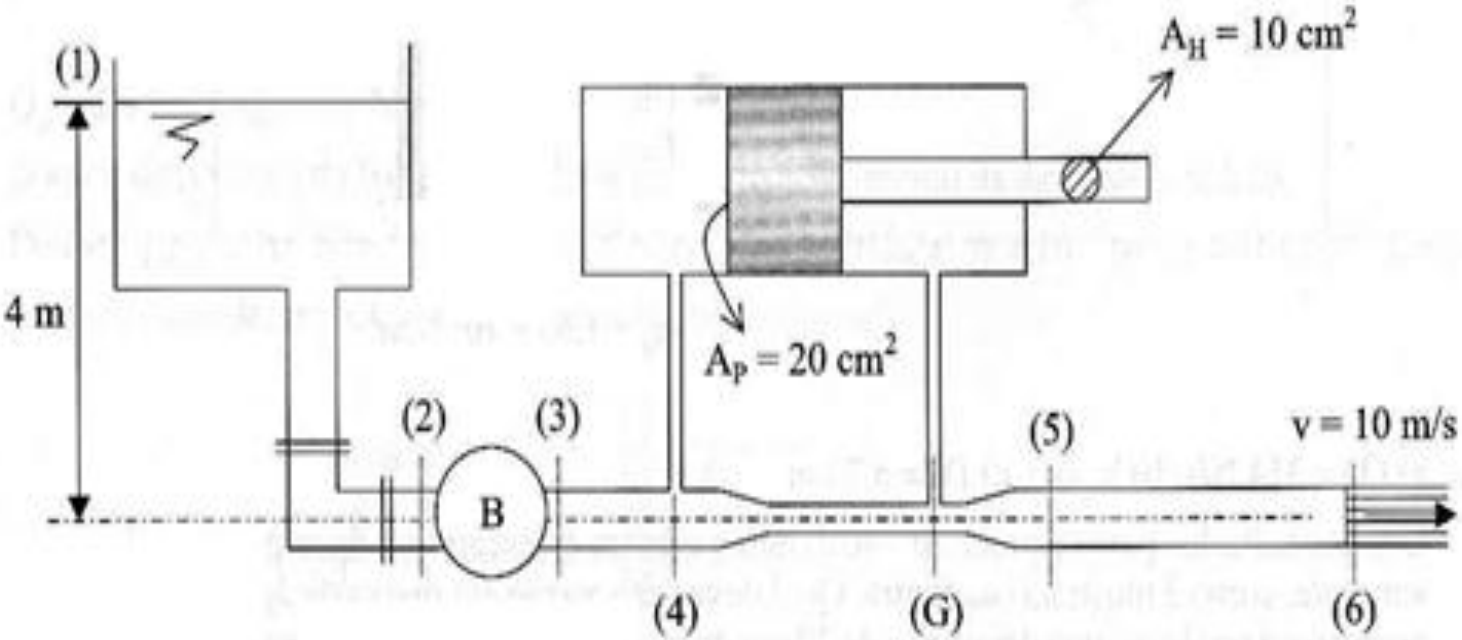
Como a carga manométrica deu negativa, podemos afirmar que a máquina é uma turbina.

Desprezando os atritos no pistão da figura, determinar:

a) a carga manométrica da bomba e a vazão que passa pela mesma;

b) a força que o pistão pode equilibrar com a haste.

Dados: $A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = 10\ cm^2$; $A_G = 8\ cm^2$; $A_p = 20\ cm^2$; $A_h = 10\ cm^2$; $H_{p1,2} = H_{p3,4} = 0{,}5\ m$; $H_{p4,5} = 0\ m$; $H_{p5,6} = 1\ m$; $g = 10\ m/s^2$; $\gamma = 10^4\ N/m^3$. Supor o cilindro no plano da tubulação.



Adotando o PHR no eixo do conduto, temos:

a)

$$H_{p_{total}} = H_{p_{1-2}} + H_{p_{2-3}} + H_{p_{3-4}} + H_{p_{4-5}} + H_{p_{5-6}}$$

$$H_1 + H_B = H_6 + H_{p_{total}}$$

$$4 + H_B = \frac{10^2}{20} + 0{,}5 + 0{,}5 + 1$$

$$H_B = 3\text{m}$$

$$Q = v \times A = 10 \times 10 \times 10^{-4} = 10 \times 10^{-3}\,\frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 10\,\frac{\text{L}}{\text{s}}$$

b)

$$H_1 + H_B = H_4 + H_{p_{1-2}} + H_{p_{2-3}}$$

$$4 + 3 = 0 + \frac{p_4}{10000} + \frac{10^2}{20} + 0{,}5 + 0{,}5$$

$$\therefore p_4 = 10000\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Importante observar que no regime permanente a vazão calculada no item a) permanece constante e isto permite escrever que:

$$Q = v \times A = cte$$

$$10 \times 10^{-3} = v_G \times 8 \times 10^{-4} \therefore v_G \cong 12{,}5\,\frac{m}{s}$$

Aplicando a equação da energia de (4) a (G), resulta:

$$H_4 = H_G + H_{p4-G}$$

$$z_4 + \frac{p_4}{\gamma} + \frac{v_4^2}{2g} = z_G + \frac{p_G}{\gamma} + \frac{v_G^2}{2g} + H_{p4-G}$$

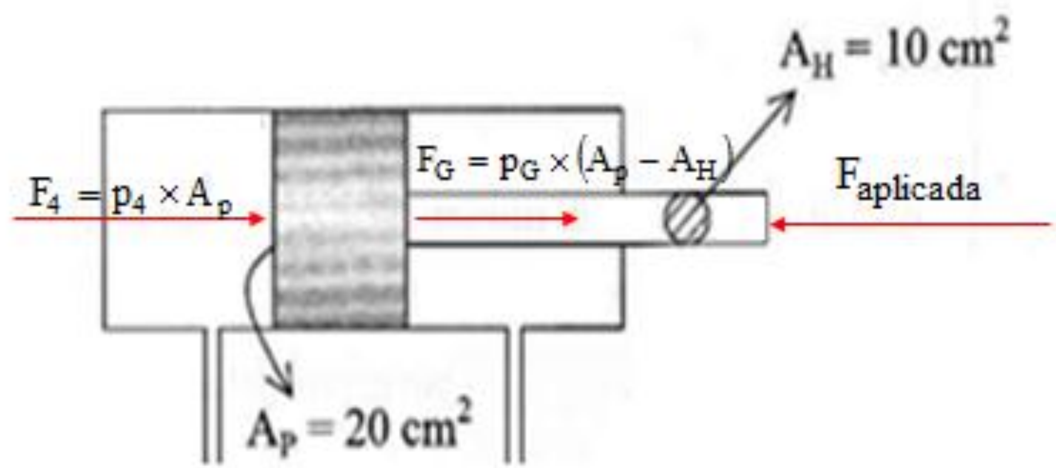
$$0 + \frac{10000}{10000} + \frac{10^2}{20} = 0 + \frac{p_G}{10000} + \frac{12{,}5^2}{20}$$

$$p_G = (1 + 5 - 7{,}8125) \times 10000 = -18125\,\frac{N}{m^2}$$

Pela lei de Pascal, sabemos que a pressão aplicada a um ponto é transmitida integralmente a todos os demais pontos e como o sistema do pistão encontra-se num plano horizontal, para o equilíbrio, temos:

$$F_{aplicada} = F_4 + F_G = 10000 \times 20 \times 10^{-4} + 18125 \times (20 - 10) \times 10^{-4}$$

$$F_{aplicada} = 20 + 18{,}125 = 38{,}125\text{N}$$



A seguir alguns exercícios que foram e serão resolvidos nas aulas extras dos dias: 27/10/2012; 10/11/2012 e 15/11/2012 sempre das 9:00 as 13:00 horas

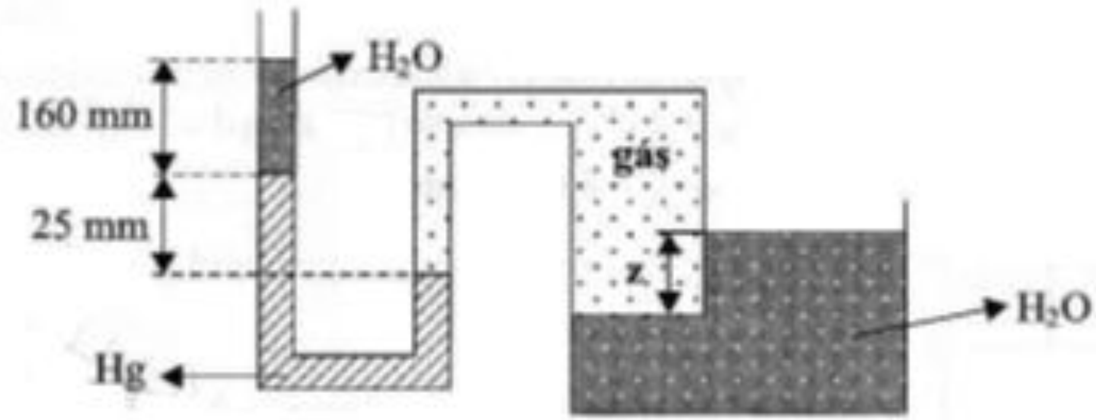
2.16 Para a configuração a seguir, responder:

a) Qual é a pressão do gás em valor absoluto?

b) Qual é o valor da cota z?

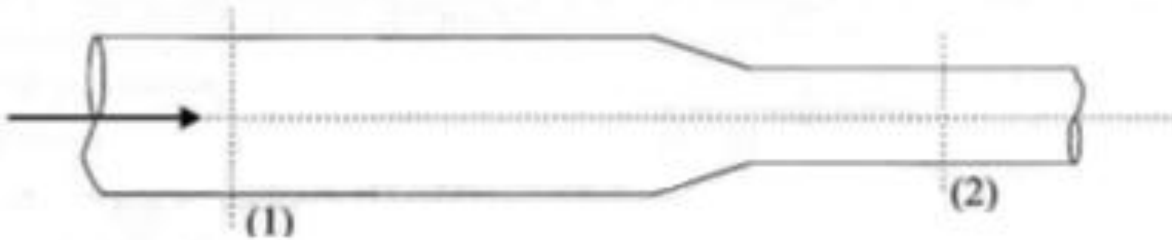
c) Aquece-se o gás de 20°C para 60°C e o desnível z varia para 1 m. Qual será o novo volume do gás, se o inicial era 2 m^3?

Dados: p_{atm} = 662 mmHg; γ_{Hg} = 136.000 N/m^3; γ_{H_2O} = 10.000 kNm^3



Resp.: a) 95 kPa (abs); b) 0,5 m; c) 2,16 m^3

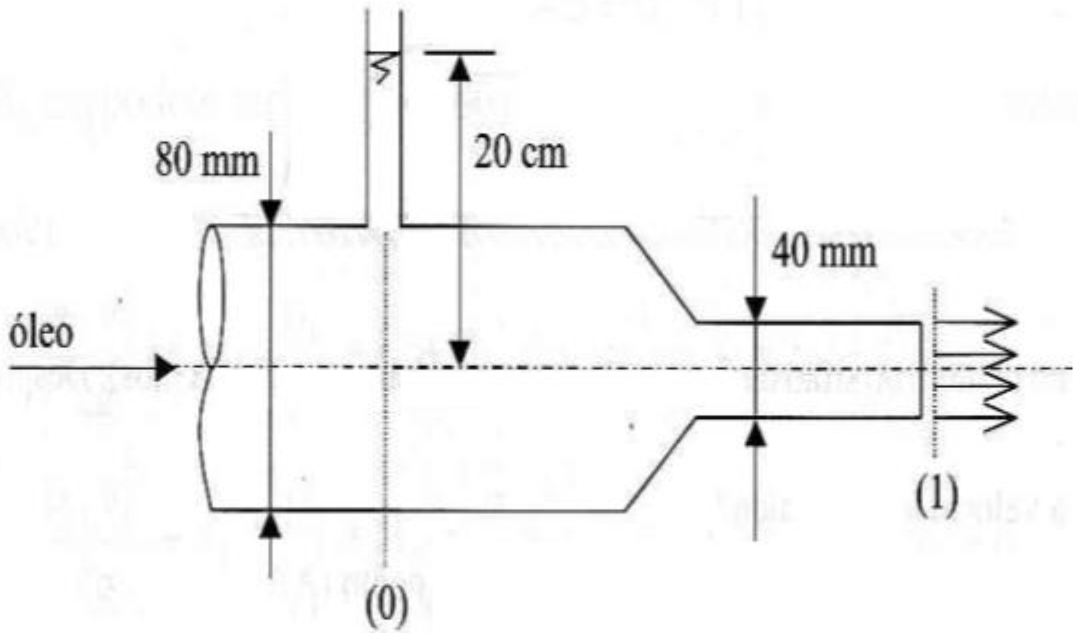
3.6 O ar escoa num tubo convergente. A área da maior seção do tubo é 20 cm^2 e a da menor é 10 cm^2. A massa específica do ar na seção (1) é 1,2 kg/m^3, enquanto na seção (2) é 0,9 kg/m^3. Sendo a velocidade na seção (1) 10 m/s, determinar as vazões em massa, volume, em peso e a velocidade média na seção (2).



Resp.: $v_2 = 26{,}7$ m/s; $Q_m = 2{,}4 \times 10^{-2}$ kg/s; $Q_1 = 0{,}02$ m^3/s; $Q_2 = 0{,}0261$ m^3/s; $Q_G = 0{,}24$ N/s

4.5 Quais são as vazões de óleo em massa e em peso no tubo convergente da figura, para elevar uma coluna de 20 cm de óleo no ponto (0)?

Dados: desprezar as perdas; $\gamma_{óleo} = 8.000\ N/m^3$; $g = 10\ m/s^2$



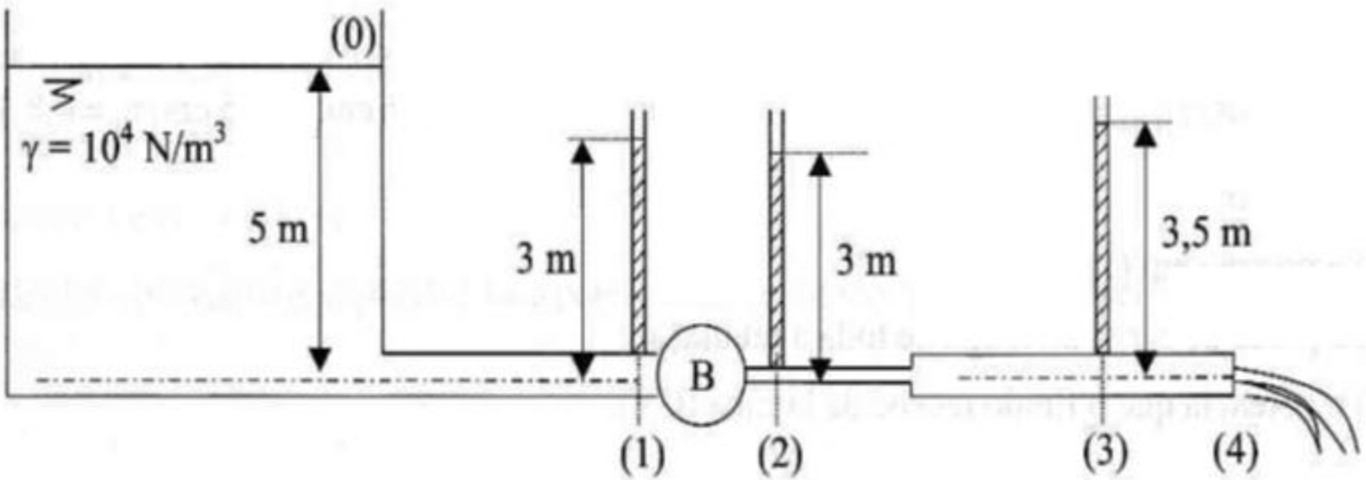
Resp.: $Q_m = 2{,}1\ kg/s$; $Q_G = 21\ N/s$

4.16 Dados: $H_{p2,3} = 2$ m; $A_3 = 20$ cm^2; $A_2 = 1$ cm^2; $H_{p0,1} = 0{,}8$ m . Determinar:

a) a vazão (L/s);

b) a área da seção (1) (cm^2);

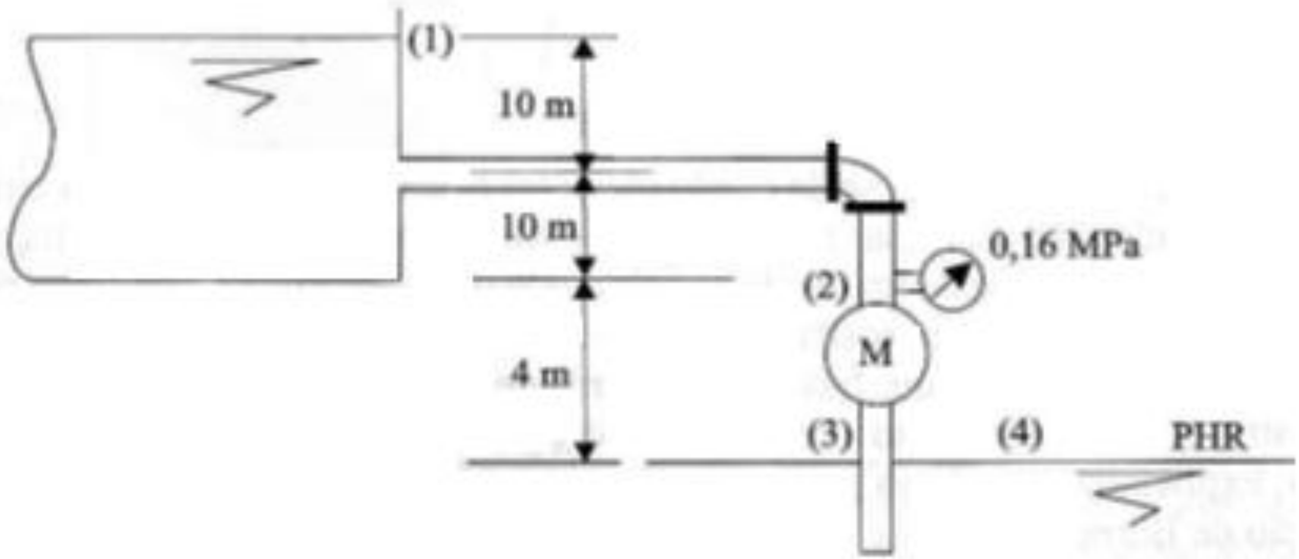
c) a carga manométrica da bomba



Resp.: a) 0,71 L/s; b) 1,45 cm^2; c) 2,51 m

Na instalação da figura, verificar se a máquina é uma bomba ou uma turbina

Sabe-se que a pressão indicada por um manômetro instalado na seção (2) é 0,16 MPa, a vazão é 10 L/s, a área da seção dos tubos é 10 cm^2 e a perda de carga entre as seções (1) e (4) é 2 m. Não é dado o sentido do escoamento. $\gamma_{H_2O} = 10^4 \, N/m^3$; $g = 10 \, m/s^2$.



Solução

Deve ser notado, inicialmente, que a seção (4) é o nível do reservatorio inferior sem incluir a parte interna do tubo, já que nesta não se conhece a pressão.

Sabe-se que o escoamento acontecerá no sentido das cargas decrescentes, num trecho onde não existe máquina. Para verificar o sentido, serão calculadas as cargas nas seções (1) e (2).

$$H_1 = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = 0 + 0 + 24 = 24 \text{ m}$$

$$H_2 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{10 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-4}} = 10 \text{ m/s}$$

$$H_2 = \frac{0{,}16 \times 10^6}{10^4} + \frac{10^2}{2 \times 10} + 4 = 25 \text{ m}$$

Como $H_2 > H_1$, conclui-se que o escoamento terá o sentido de (2) para (1) ou de baixo para cima, sendo a máquina, obviamente, uma bomba.

Aplique-se agora a equação da energia entre as seções (4) e (1), que compreendem a bomba. Lembrar que a equação deve ser escrita no sentido do escoamento.

$$H_4 + H_B = H_1 + H_{p4,1}$$

$$H_4 = \frac{p_4}{\gamma} + \frac{v_4^2}{2g} + z_4 = 0$$

$$H_1 = 24 \text{ m (já calculado)}$$

$$H_{p1,4} = 2 \text{ m}$$

Logo: $H_B = H_1 - H_4 + H_{p1,4} = 24 - 0 + 2 = 26 \text{ m} > 0$

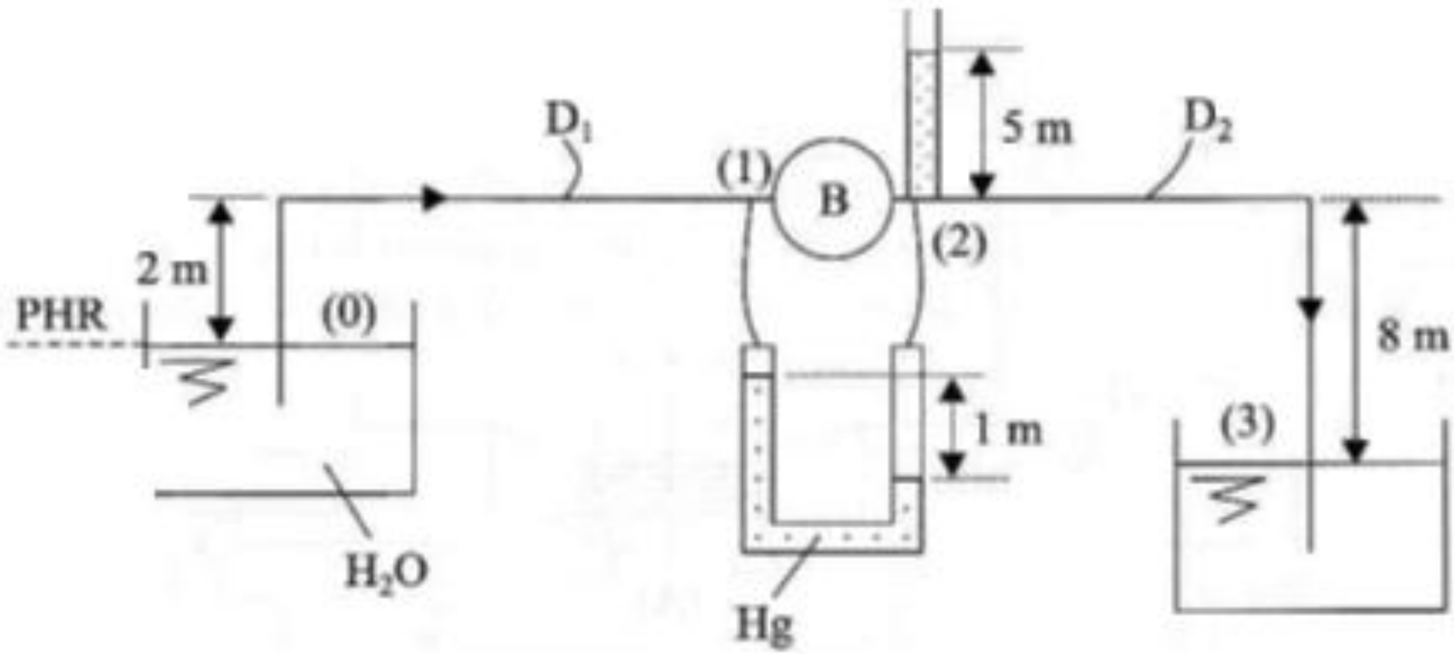
Confirma-se que a máquina é uma bomba, já que a carga manométrica resultou positiva.

4.14 Na instalação da figura, a carga total na seção (2) é 12 m. Nessa seção, existe um piezômetro que indica 5 m. Dados: $\gamma_{H_2O} = 10^4\ N/m^3$; $\gamma_{Hg} = 1,36 \times 10^5\ N/m^3$; h = 1 m; $D_1 = 6$ cm; $D_2 = 5$ cm; $\eta_B = 0,8$. Determinar:

a) a vazão;

b) a pressão em (1);

c) a perda de carga ao longo de toda a tubulação;

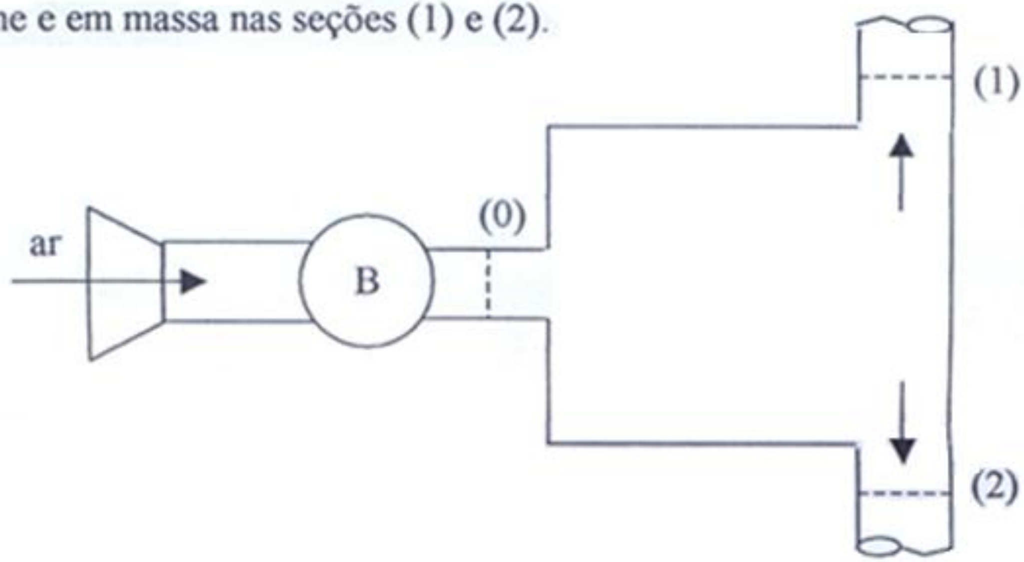


Resp.: a) 19,6 L/s; b) –76 kPa; c) 21,2 m

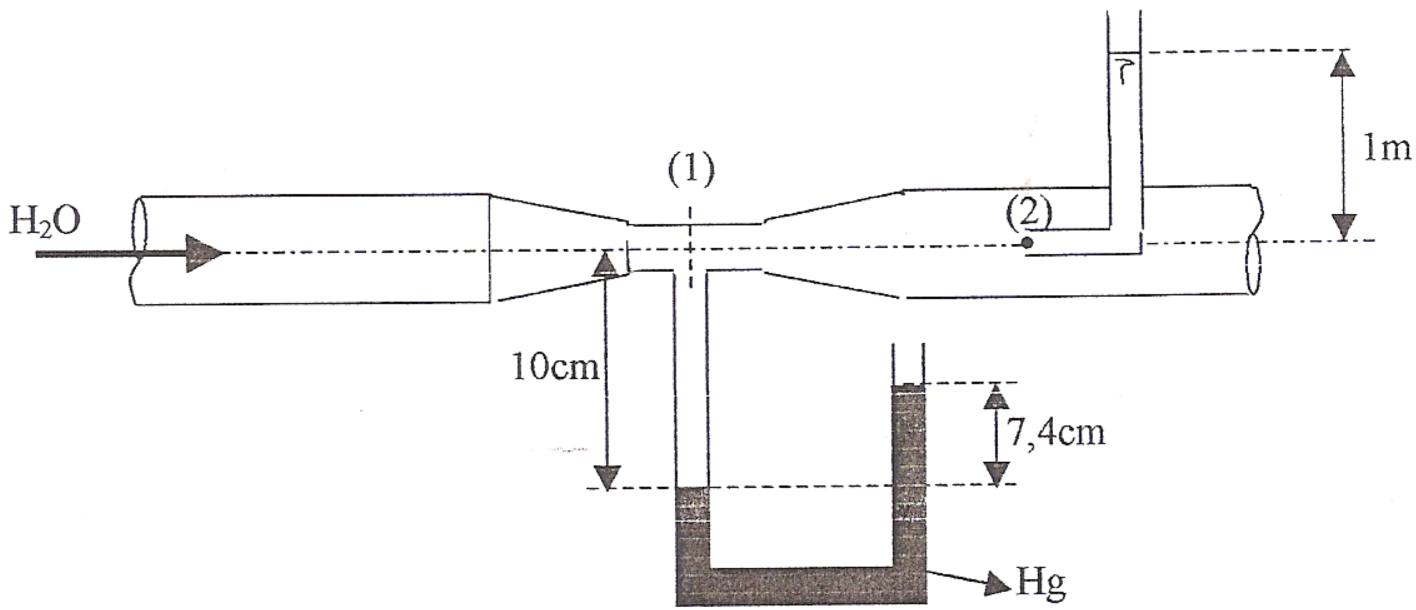
O insuflador de ar da figura fornece 4 kg/s na seção (0). O sistema está em regime permanente. Nas seções (1) e (2) deseja-se que o número de Reynolds seja 10^5 para que o movimento turbulento favoreça a homogeneização das temperaturas. Dados: $D_1 = 40cm$; $\rho_1 = 1{,}2kg/m^3$; $\mu_1 = 2{,}4x10^{-5}N.s/m^2$; $\rho_2 = 0{,}95kg/m^3$; $\mu_2 = 7{,}6x10^{-5}N.s/m^2$. Pede-se:

a) o diâmetro D_2;

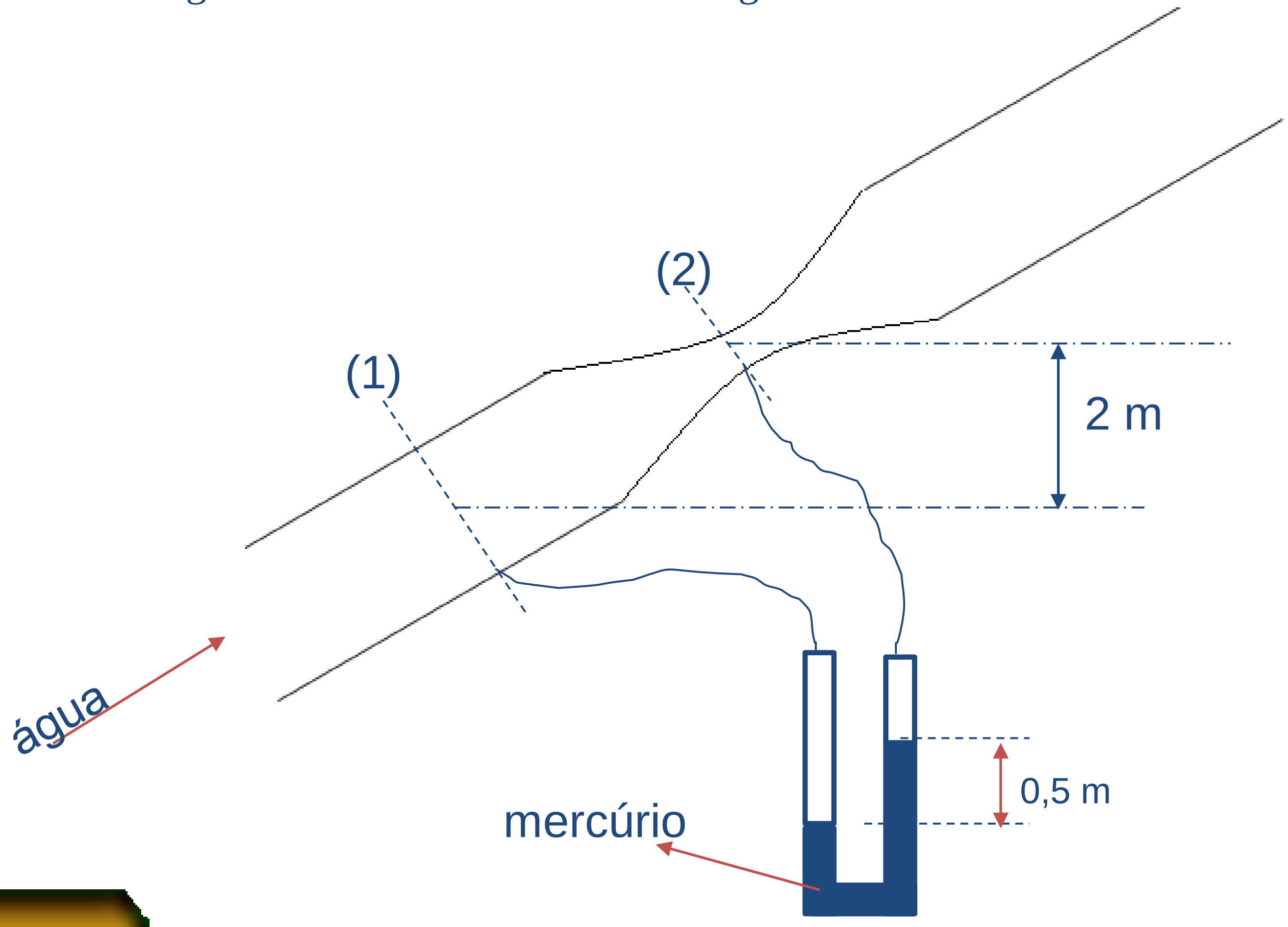
b) a vazão em volume e em massa nas seções (1) e (2).



No esquema da figura o escoamento é em regime permanente, unidimensional de um fluido ideal. Determinar a velocidade na garganta do venturi. Dados: $\gamma_{H2O} = 1000 kgf/m^3$; $\gamma_{Hg} = 13600 kgf/m^3$.

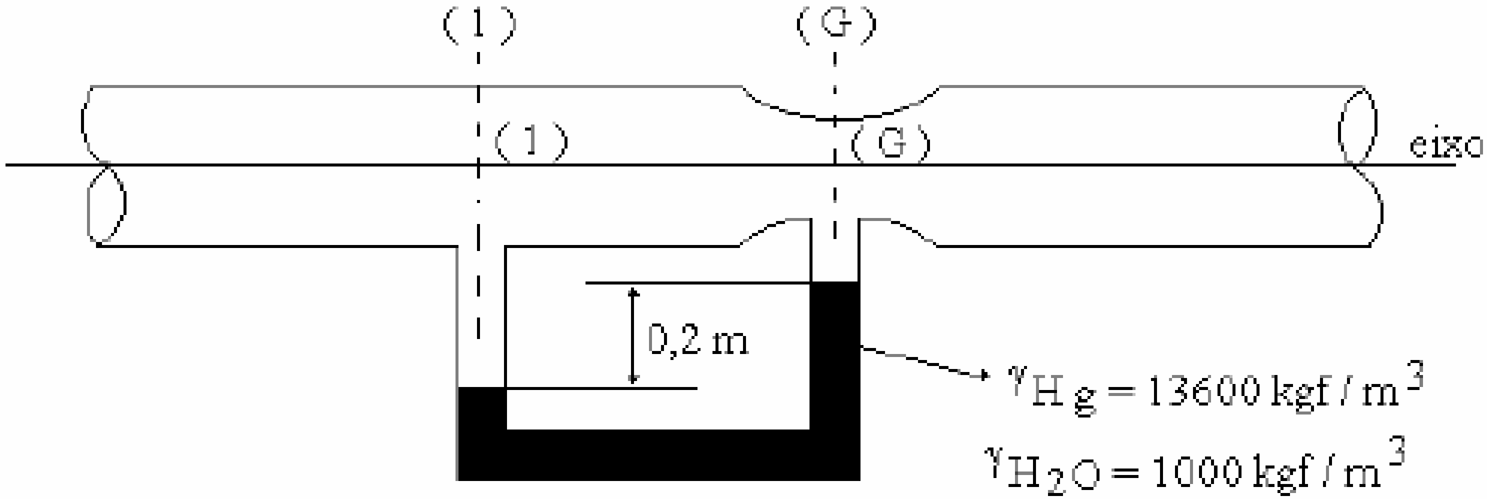


Sabendo que o Venturi a seguir tem um coeficiente de vazão igual a 0,98, pede-se determinar a vazão real do escoamento, são dados: $A_1 = 10\ cm^2$; $A_2 = 5\ cm^2$; $\gamma_{água} = 1000\ kgf/m^3$ e $\gamma_{Hg} = 13600\ kgf/m^3$

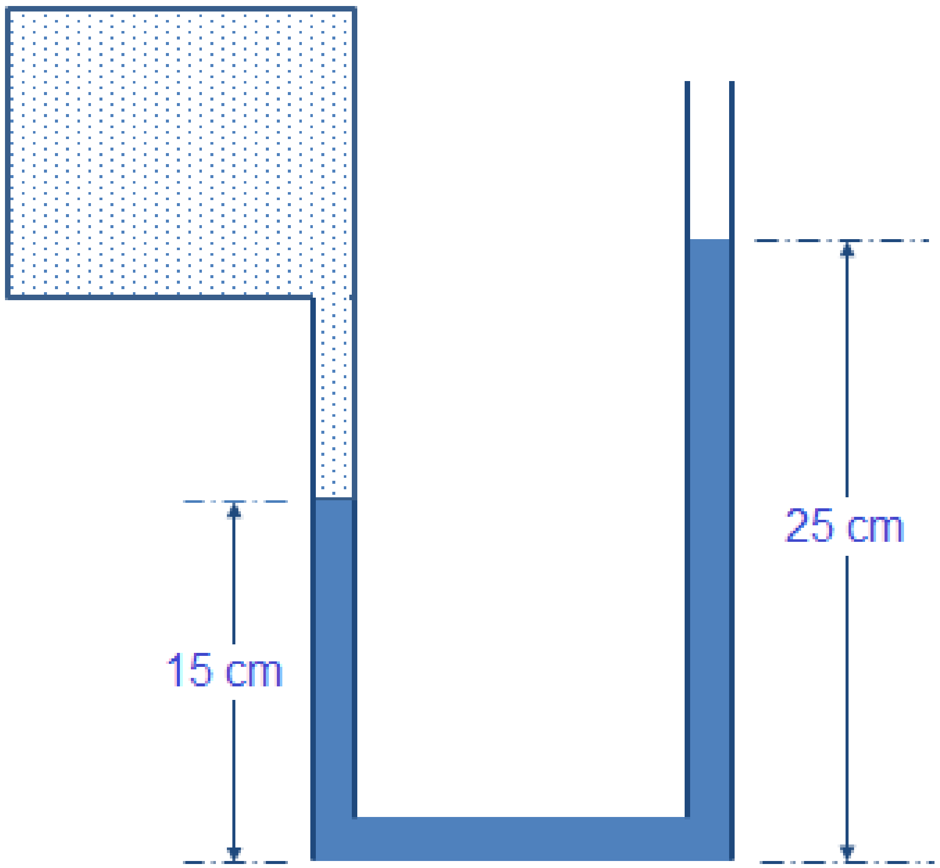


Em uma instalação hidráulica instalou-se um medidor de vazão do tipo Venturi para estimar a vazão de escoamento da água na instalação. Sabendo-se que ∅ máx. do Venturi é igual a 20 mm, ∅ garg do Venturi é igual 10 mm. Desnível do mercúrio no manometro diferencial 20 cm e que o coeficiente de vazão do venturi e 0,95 pede-se:

a) a diferença de pressão entre a área máx. e a garganta
b) a vazão teórica no venturi
c) a vazão real do escoamento.



Para se medir a pressão absoluta de um gás ($p_{gás\_abs}$) usa-se um manômetro que consiste de um tubo em forma de U contendo mercúrio (γ_{Hg} = 136000N/m³). Com base na figura e sendo a pressão atmosférica igual a 700 mmHg, determine $p_{gás\_abs}$.



Um dado fluido apresenta a massa específica igual a 750 kg/m³ e viscosidade dinâmica igual a 1,5 centipoise, pede-se determinar a sua viscosidade cinemática no sistema internacional.

Um fluido escoa entre duas placas planas horizontais fixas e distantes entre si de 4 cm. O eixo y, que é ortogonal às placas, com origem na superfície de contato entre a placa inferior e o fluido. Sabendo que as particulas fluidas obedecem à equação:

$$v = -5y^2 + 20y \rightarrow [y] = cm; [v] = \frac{cm}{s}$$

pede-se:

1. o gradiente de velocidade junto a placa inferior;
2. a tensão de cisalhamento que ocorre para y = 1 cm para um fluido com viscosidade dinâmica igual a $10^{-2} \frac{N \times s}{m^2}$