

Caros alunos:

A ideia e as equações de cada problema estão mostradas nas páginas abaixo. Nas respostas finais posso ter cometido algum engano de sinal ou letra. Por favor, verifiquem!

Vejam na 4^a-feira!

Profº Gustavo Raballo

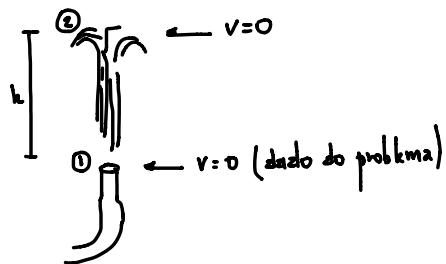
lista II - respostas:

- Conservação de Quantidade de Movimento

①-⑥ e ⑭-⑯ → lista 1

⑯ fazer exercícios passados em sala pelo Profº Alcastes

⑦ Na altura máxima a velocidade do fluido é $v=0$



Como o fluido está em contato com o ar, $p_1 = p_2 = p_{atm}$

Aplica-se Bernoulli nos pontos ① e ② igualando as equações

$$z_2 = 0,06 \text{ m}$$

① Como a diferença de nível é de 5m, basta somar 5 em todos os pontos da curva de perda de carga da tubulação, com isso encontrando uma nova curva. O ponto de operação é a intersecção das curvas da bomba (tabela) e a nova curva de perdas na tubulação.

Q_{oper} → ver ponto de operação

ΔH_{oper} → ver ponto de operação

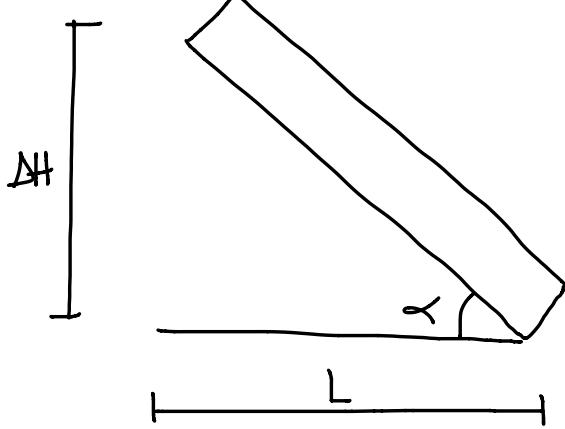
$$P = 345,83 \text{ kW}$$

⑨ canal de concreto

$$v = 0,1 \text{ m/s}$$

$$D_n = \frac{4A}{P}$$

$$f = 0,027$$



$$\left\{ \begin{array}{l} t_f \alpha = \frac{\Delta H}{L} \\ \Delta H = f \frac{L}{D_n} \frac{v^2}{2g} \end{array} \right.$$

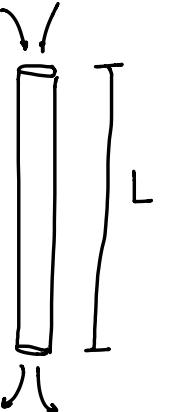
$$\alpha = 5,73 \times 10^{-5}$$

$$\textcircled{b} \quad \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\mu = 0,001 \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$$

$$D = 1\text{mm} = 0,001\text{m}$$

• por exemplo, vamos usar ferro galvanizado $\epsilon = 0,15$


$$L = \Delta H$$
$$\Delta H = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$
$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

$$v = 0,3065 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$Re = 306,56 \rightarrow$ é laminar para tubos

em tubos: $Re < 2300 \rightarrow$ laminar

$Re > 2300 \rightarrow$ turbulento

II) Este exercício é semelhante ao exercício feito em sala de aula pelo Profº Pontes.

$$\text{Altura manométrica} = H_4 - H_1 + \sum \text{perdas}$$

$$\sum \text{perdas} = \begin{matrix} \text{perda de carga} \\ \text{na tubulação} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{perda de carga no} \\ \text{trocador de calor} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{perda de carga} \\ \text{na torre} \end{matrix}$$

$$H_4 - H_1 = \frac{V_4^2}{2g} = 0,72\text{m}$$

$$\begin{matrix} \text{perda de carga} \\ \text{na tubulação} \end{matrix} = \Delta H_t = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \xrightarrow{\text{gráfico de Moody}}$$

$$Q = 240 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$\Delta H_t = 13,31\text{m}$$

$$\frac{\text{perda de carga no trocador de calor}}{} = \Delta H_{\text{troc}} = 15 \left(\frac{V_{\text{troc}}^2}{2g} \right) \quad \leftarrow \text{dado do problema}$$

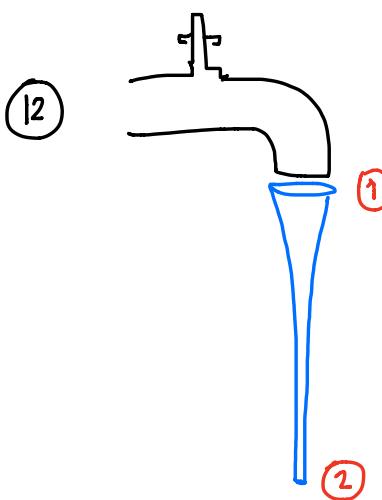
$$Q = 240 \frac{m^3}{h}$$

$$\Delta H_{\text{troc}} = 22,75 \text{ m}$$

$$\frac{\text{perda de carga na torre}}{} = 6 \text{ m} \quad \leftarrow \text{dado do problema}$$

$$\text{altura manométrica} = 48,12 \text{ m}$$

$$P = 31,8 \text{ kW}$$



$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

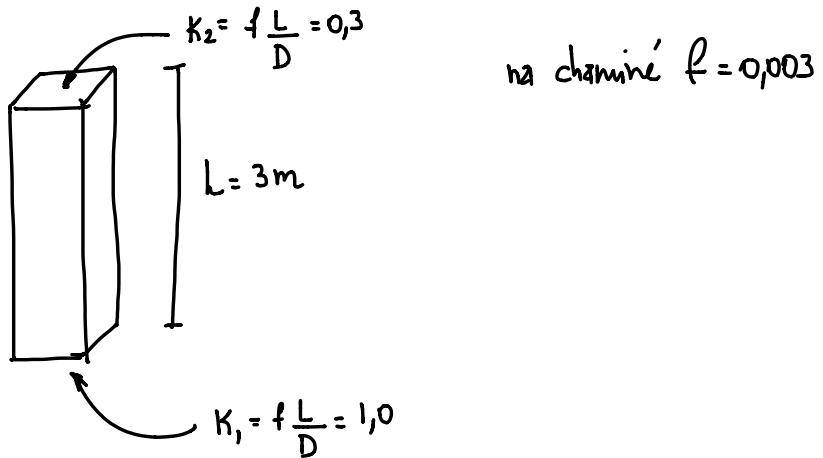
① $D_1 = D$ $p_1 = p_{atm}$ pois está em contato com o ar em pressão atmosférica
 $z_1 = 0$
 $v_1 = v_s$

② $p_2 = p_{atm}$ pois está em contato com o ar em pressão atmosférica

Aplica-se Bernoulli em ① e ② igualando as equações !

$$\left(1 - \frac{D^4}{D_s^4}\right) \frac{v_s^2}{2g} = z_2$$

(13)



Bernoulli:

$$\left(p + \frac{v^2}{2} + \rho gh \right)_{\text{externo}} = \left(p + \frac{v^2}{2} + \rho gh \right)_{\text{interno}} + \Sigma \text{perdas}$$

$h_{ext} = h_{int}$ pois a fumaça fica com p_{atm} a atingir a saída da chaminé.

- Conservação de Energia

① Ver zposta e desenvolver equação

② Dado em sala de aula

③ 2D; $\frac{\partial}{\partial t} = 0$; $\frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0$

$$\frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0 \quad \rightarrow \text{para adiar } v_y$$

$$\text{calcular } \frac{D}{Dt} \left(\frac{v^2}{2} \right) \text{ lembrando que } v^2 = v_i v_i = v_x^2 + v_y^2$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0 ; \quad \frac{\partial}{\partial t} = 0 ; \quad 2D$$

$$v_x = A x^2 y^2$$

$\frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0$ para descobrir v_y ; sabendo que $C=0$ para a forma mais simples de v_y .

$$\Phi = \sum_{i,j} \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = \frac{\mu}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right)^2$$

$$\textcircled{5} \quad 2D; \frac{\partial}{\partial t} = 0; \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0$$

(a) mesmo que na questão ④ para v_y

(b) $\Phi \rightarrow$ igual a questão ④

(c) $\frac{DT}{Dt} \rightarrow$ taxa de variação de temperatura

$$(d) \quad \frac{DT}{Dt} = \frac{1}{\rho c_v} \tau_{ij} \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x_i \partial x_j} + \frac{\dot{Q}}{\rho c_v}$$

$$\textcircled{6} \quad 2D; \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0; \dot{Q} = 0$$

$$v_x = x \sin y$$

$$T = T_0 \sin x \cos y$$

$$(a) \quad \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0 \longrightarrow v_y \quad (\text{onde } c=0 \text{ para a forma mais simples de } v_y)$$

$$(b) \quad \underline{\Phi} = \bar{\tau}_{ij} \frac{\partial v_i}{\partial x_j}$$

$$(c) \quad \frac{\partial T}{\partial t} = ? \quad \text{onde } T_0 = t$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \sin x \cos y$$