

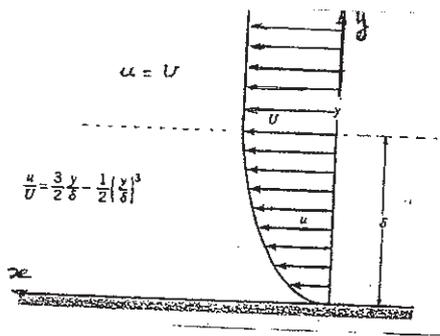
**1ª. Questão (3,0 pontos)**

Um fluido Newtoniano, de massa específica  $\rho = 920 \frac{kg}{m^3}$  e viscosidade cinemática  $\nu = 4 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$ , escoou sobre uma superfície plana horizontal e fixa mostrado na figura. O perfil de velocidades deste escoamento, na região próxima da superfície, é dado pelas equações:  $\frac{u}{U} = \frac{3}{2} \frac{y}{\delta} - \frac{1}{2} \left( \frac{y}{\delta} \right)^3$  para  $0 \leq y \leq \delta$  e  $u = U$  para  $y \geq \delta$ .

a) Determine os valores das tensões de cisalhamento na superfície da placa, na ordenada  $y = \delta$  e  $y \geq \delta$ . Expresse os resultados em função de  $U$  em (m/s) e  $\delta$  em (m). Qual o sentido da tensão de cisalhamento que atua sobre a superfície da placa?

b) Para o escoamento em que  $U = 2,0$  m/s para  $y = \delta = 3,6$  mm, qual a força de arrasto sobre a superfície retangular sobre a superfície plana, cujo comprimento na direção de  $x$  é de 1 m e largura na direção de  $z$  é de 3 m?

Dados:  $\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y}$ ;  $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ ;  $g = 9,8 m/s^2$



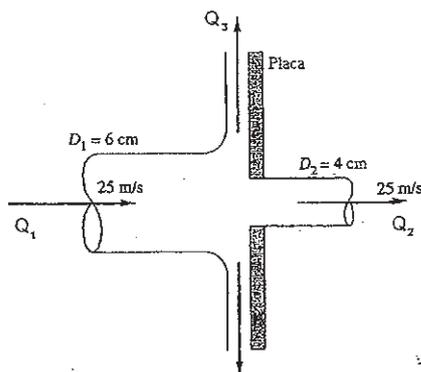
**2ª Questão (3,0 pontos)**

Um jato de água ( $\rho = 1000 kg/m^3$ ) de 6 cm de diâmetro e vazão  $Q_1$  atinge o centro de uma placa circular imóvel contendo um orifício de 4 cm de diâmetro. Parte do jato, de vazão  $Q_2$ , passa pelo orifício e parte, com vazão  $Q_3$  é defletida para a periferia da placa.

a) Determine a vazão  $Q_3$  (1,0 pto)

b) Determine a força horizontal causada pelo jato sobre a placa (2,0 pto)

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho dV + \int_{SC} \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA = 0 \quad \sum \vec{F}_{ext.} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho \vec{V} dV + \int_{SC} \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA$$



**3ª Questão (4,0 pontos)**

O sistema da figura representa dois reservatórios de água de grandes dimensões a céu aberto, interligados por uma tubulação de diâmetro  $D = 0,3\text{m}$  e rugosidade equivalente  $\varepsilon = 3 \times 10^{-4}$ .

Numa primeira fase não havia bomba intercalada na tubulação. Para este caso, determinar:

- a) Cargas totais médias  $H_0$  (0,3 pts) e  $H_5$  (0,2 pts);
- b) coeficiente de perda de carga distribuída  $f$  (0,5 pts);
- c) vazão em volume (0,5 pts)

Sendo a vazão insuficiente para novas aplicações da instalação, foi inserida uma bomba para fornecer uma vazão de 300 litros por segundo.

Neste caso determinar:

- d) novo coeficiente de perda de carga distribuída (0,5 pts);
- e) cargas totais e médias,  $H_2$  na entrada da bomba (0,5 pts) e  $H_3$  na saída da bomba (0,5 pts); bem como a altura manométrica  $H_m$  da bomba (0,5 pts);
- f) potência fornecida pelo motor da bomba, em CV, sabendo-se que seu rendimento é de 77% (0,5 pts).

Outros dados:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$K_{S1} = 0,5$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$K_{S4} = 1,0$$

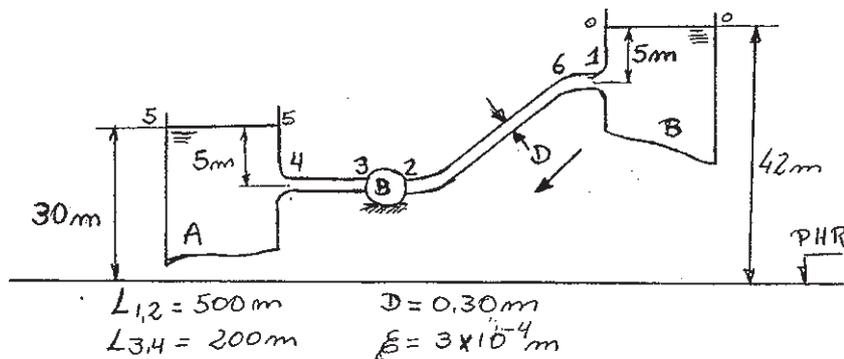
$$1 \text{ CV} = 75 \text{ Kgm/s}$$

$$K_{S6} = 0,9$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = +2 \log \frac{D}{\varepsilon} + 1,14$$

$$v = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$H_c - H_s = \Delta H_{c-s} - H_m$$



**1ª Questão:**

a)

$$\tau_{\text{sup},y=0} = 0.552 \times 10^{-2} \frac{U}{\delta}$$

$$\tau_{y=\delta} = 0$$

$$\tau_{y>\delta} = 0$$

b)  $F_{\text{arrasto}} = 9,20 \text{ N}$ **2ª Questão**

$$Q_3 = 0.039 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 981,5 \text{ N}$$

**3ª Questão**a)  $H_0 = 42\text{m}$  ;  $H_5 = 30\text{m}$ b)  $f = 0,0196$ c)  $Q = 0.156 \text{ m}^3/\text{s}$ d)  $f \cong 0.020 \rightarrow$  o mesmo (escoamento turbulento rugoso)e)  $H_2 = 10\text{m}$  ;  $H_3 = 44\text{m}$  ;  $H_m = 34\text{m}$ f)  $P_{\text{eixo}} = 177 \text{ CV}$