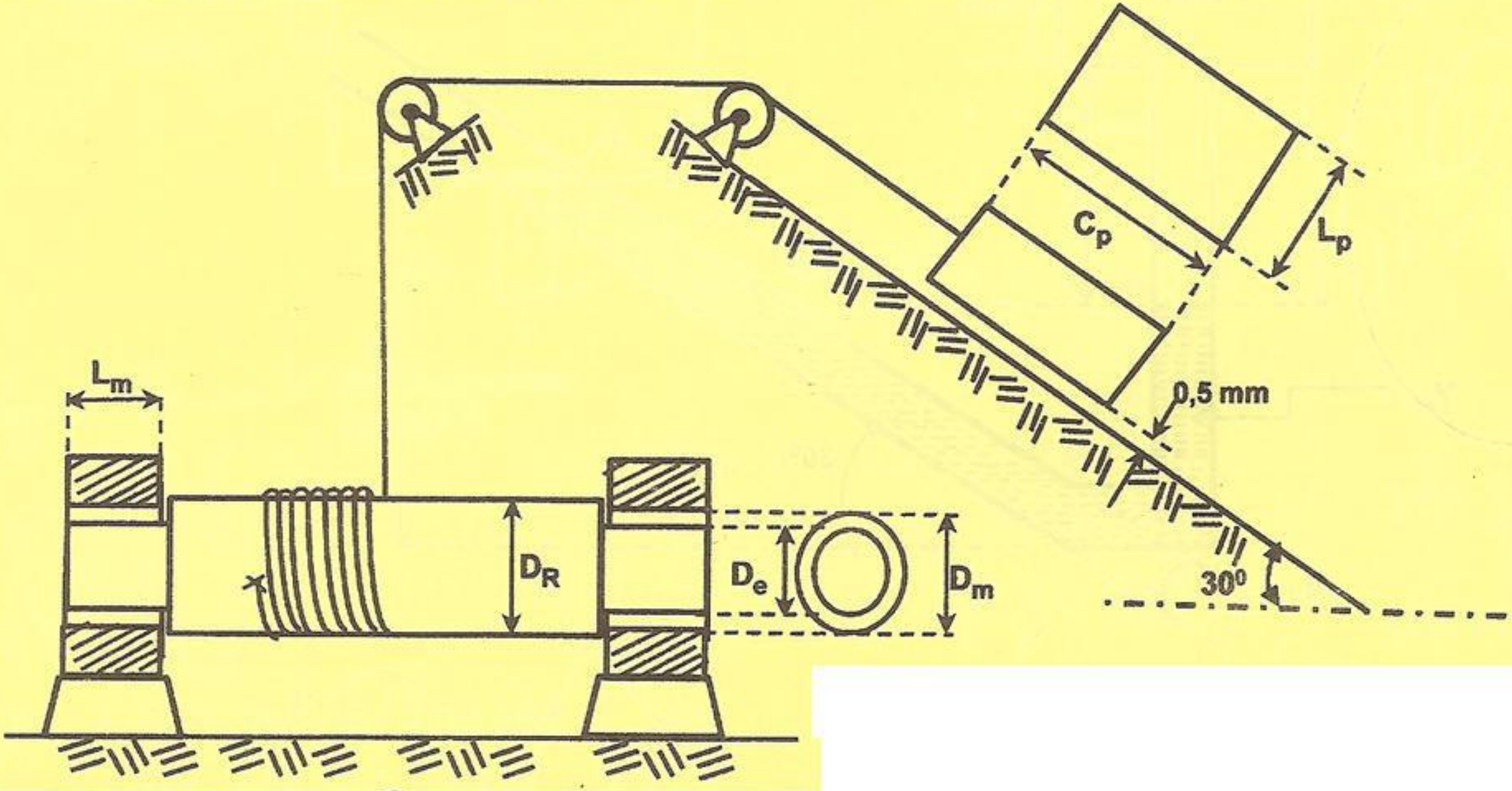
P1 – ME4310

Outubro de 2010

Q_1 (tipo B)

O cabo preso à placa passando pelas roldanas está enrolado no rolo, cujas pontas de eixo estão no interior de mancais iguais. A placa de peso $P = 100$ N, tem dimensões: $C_p = 100$ cm e $L_p = 80$ cm. O filme de lubrificante entre a placa e o plano inclinado é de 0,5 mm. O diâmetro interno dos mancais é $D_m = 350$ mm, cuja largura é $L_m = 500$ mm. O diâmetro do rolo é $D_R = 400$ mm e das pontas de eixo é $D_e = 349$ mm. O lubrificante entre as pontas de eixo e os mancais é o mesmo do filme entre a placa e o plano inclinado, de viscosidade 6 mm²/s e peso específico de 8 N/ litro. Pede-se determinar qual será a rpm constante que o rolo atinge. Dado: $g = 10$ m/s².

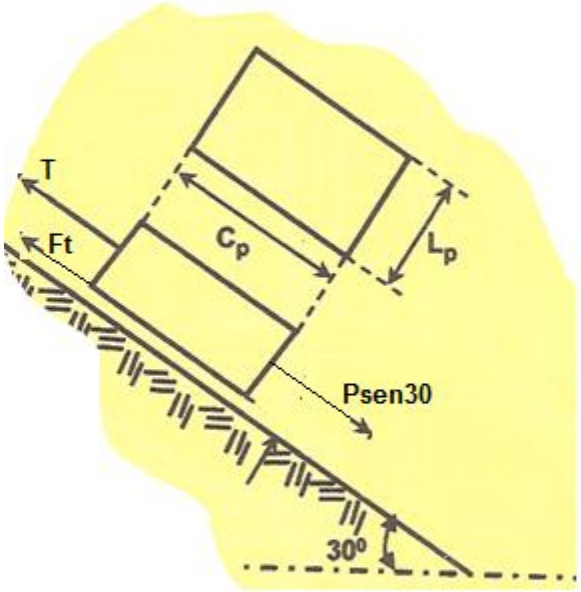


$$\nu = 6\,\frac{mm^2}{s} = 6\times10^{-6}\,\frac{m^2}{s}$$

$$\gamma = 8\,\frac{N}{L} = 8000\,\frac{N}{m^3} \therefore \rho = \frac{8000}{10} = 800\,\frac{kg}{m^3}$$

$$\mu = \nu\times\rho = 6\times10^{-6}\times800 = 4{,}8\times10^{-3}\,Pa\times s \Rightarrow (0{,}5)$$

PLACA DESCE



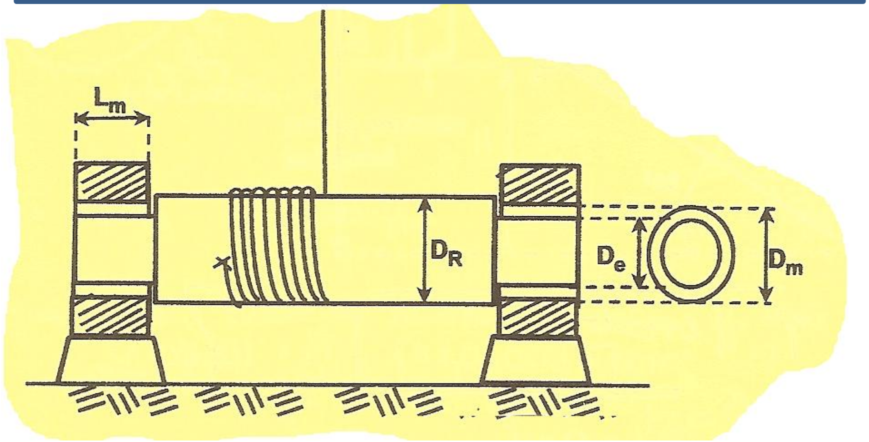
$$P = G_p \rightarrow Ft = F_{\mu_p}$$

$$\therefore G_p\times sen30^0 = T + F_{\mu_p}$$

$$T = 100\times0{,}5 - 4{,}8\times10^{-3}\times\frac{v_p}{0{,}5\times10^{-3}}\times1\times0{,}8$$

$$T = 50 - 7{,}68\times v_p \Rightarrow (0{,}5)$$

EIXO GIRA COM ROTAÇÃO CONSTANTE



$$T\times\frac{D_R}{2} = 2\times F_{\mu_e}\times\frac{D_e}{2} \therefore T = 2\times F_{\mu_e}\times\frac{D_e}{D_R}$$

$$T = 2\times4{,}8\times10^{-3}\times\frac{v_e}{\frac{(0{,}350-0{,}349)}{2}}\times\pi\times0{,}349\times0{,}5\times\frac{349}{400}$$

$$T = 9{,}18\times v_e \Rightarrow (0{,}5)$$

COMO A ROTAÇÃO É CONSTANTE NÓS TEMOS:

$$v_p = \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0{,}4}{2} \quad \text{e} \quad v_e = \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0{,}349}{2}$$

$$50 - 7{,}68 \times v_p = 9{,}18 \times v_e$$

$$\therefore 50 - 7{,}68 \times \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0{,}4}{2} = 9{,}18 \times \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0{,}349}{2}$$

$$n \cong 152 \text{ rpm} \Rightarrow (1{,}5)$$

Q_2 (tipoB)

Na figura, a superfície da água está em (A) pois neste nível a pressão absoluta do AR é de 104 KPa abs. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manometro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/litro, o peso específico do mercurio de 136 N/litro e o diâmetro do reservatório D = 13 cm.

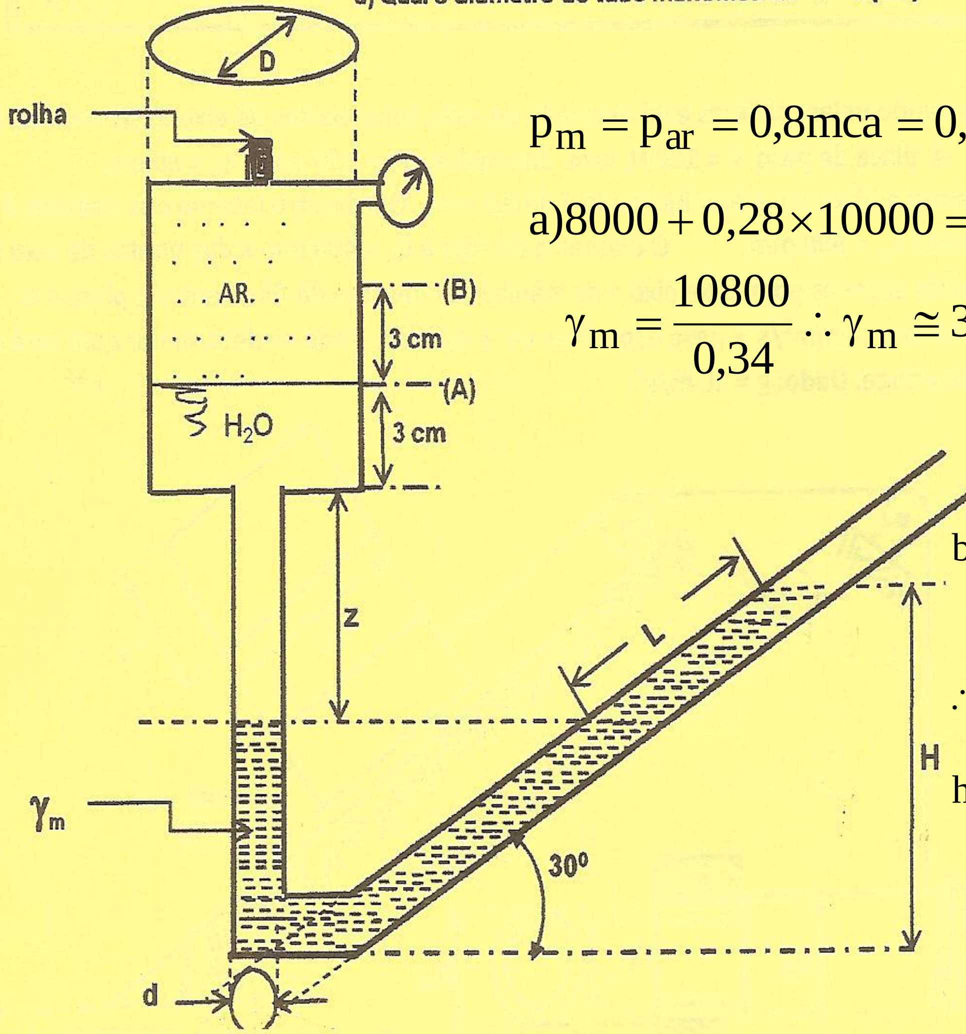
Pede-se:

a) Qual o peso específico do fluido manométrico γ_m =?

b) Qual a leitura barométrica local em mmHg ?

c) Se na condição da figura (com a rolha), a cota H = 65 cm; qual será a nova cota H quando se retirar a rolha ?

d) Qual o diâmetro do tubo manométrico d = ? (cm)



$$p_m = p_{ar} = 0{,}8\text{mca} = 0{,}8 \times 10000 = 8000\,\frac{N}{m^2}\,(\text{ou Pa})$$

$$a)\,8000 + 0{,}28 \times 10000 = 0{,}34 \times \gamma_m$$

$$\gamma_m = \frac{10800}{0{,}34} \therefore \gamma_m \cong 31764{,}7\,\frac{N}{m^3} \Rightarrow (1{,}0)$$

$$b)\; p_{ar_{abs}} = 104\text{kPa} = 104000\,\frac{N}{m^2}\,(\text{ou Pa})$$

$$p_{ar_{abs}} = p_{ar} + p_{atm_{local}}$$

$$\therefore 104000 = 8000 + p_{atm_{local}} \therefore p_{atm_{local}} = 96000\ \text{Pa} \Rightarrow (0{,}5)$$

$$h_{Hg} = \frac{96000}{136000} \times 1000 \cong 705{,}9\ \text{mmHg} \Rightarrow (0{,}5)$$

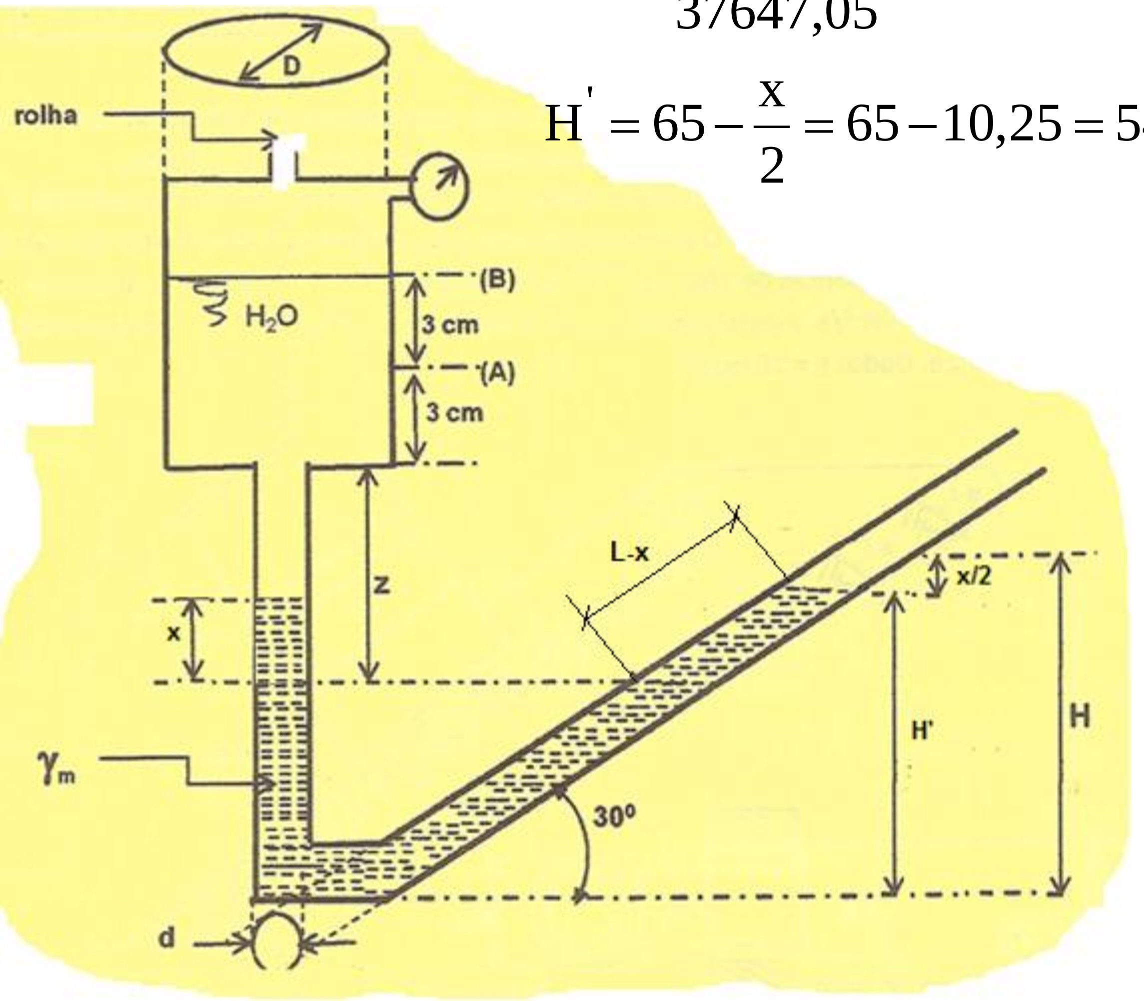
c)

$$0+0{,}06\times10000+(0{,}25-x)\times10000+x\times\gamma_m=\frac{(L-x)}{2}\times\gamma_m$$

$$600+2500-10000x+31764{,}7x=10800-15882{,}35x$$

$$\therefore x=\frac{7700}{37647{,}05}\cong0{,}205\text{m}\Rightarrow(0{,}5)$$

$$H'=65-\frac{x}{2}=65-10{,}25=54{,}75\text{cm}\Rightarrow0{,}5$$



d)

$$3\times\frac{\pi\times13^2}{4}=20{,}5\times\frac{\pi\times d^2}{4}$$

$$\therefore d=\sqrt{\frac{3\times13^2}{20{,}5}}\cong5{,}0\,\text{cm}$$

Q_3 (tipo B)

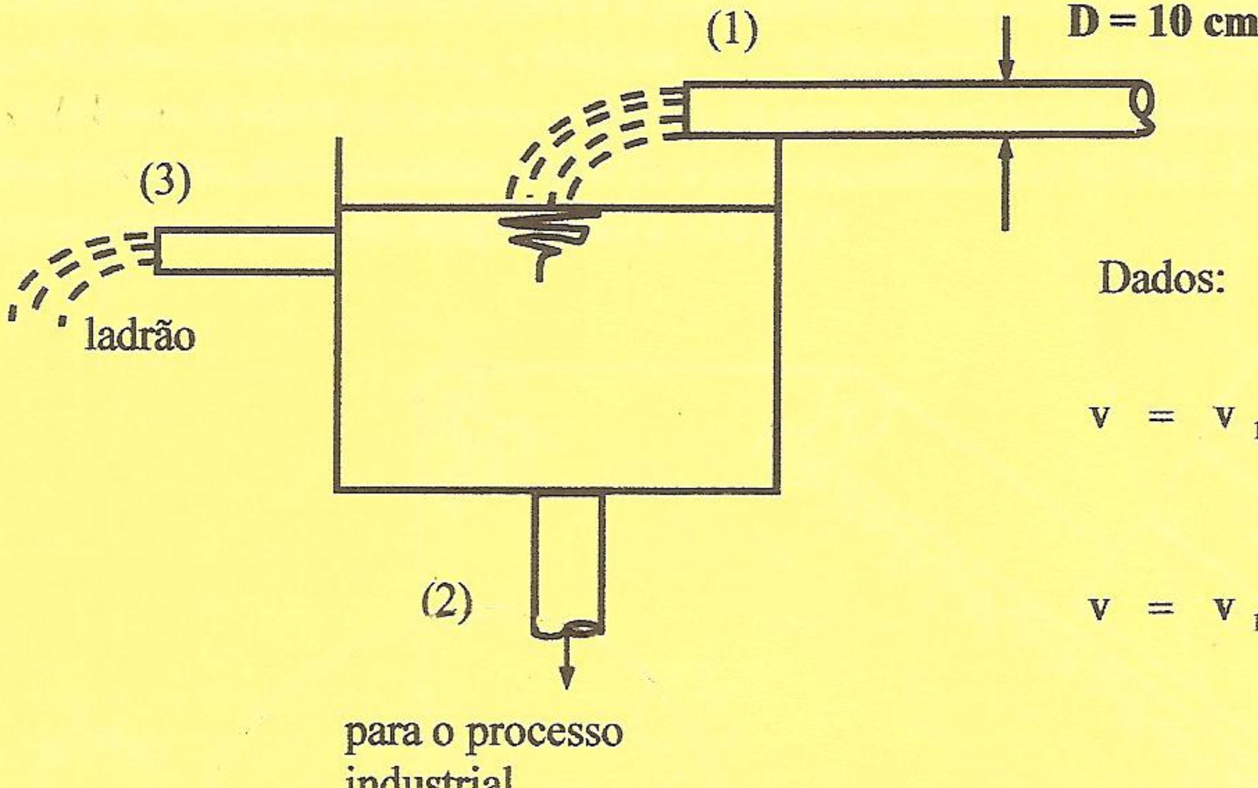
Na figura abaixo o reservatório mantém-se a nível constante descarregando o excesso pelo ladrão. O fluido tem viscosidade cinemática 9 mm^2 / s e peso específico 8500 N / m^3. O tubo inferior (2) atende um processo industrial que consome 1,5 kg / s do fluido. Todos os condutos são circulares. Pede-se:

a) qual a vazão em volume no ladrão, se a velocidade no centro da seção do conduto (1) é 5 m / s e o escoamento no mesmo é laminar?

b) qual o mínimo diâmetro do tubo (2) para que o escoamento seja turbulento e neste caso, qual a velocidade no centro do conduto?

c) qual a velocidade a 1 cm da parede do conduto (1)?

d) se o processo industrial for interrompido, supondo que o ladrão mantenha vazão constante, quanto tempo levará para que o fluido suba 15 cm no tanque, que é circular de diâmetro 1 m?



Dados:

$$v = v_{max} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

$$v = v_{max} \left(1 - \frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{7}}$$

$$Q_{m_2} = \rho \times Q_2 = \frac{\gamma}{g} \times Q_2 \Rightarrow Q_2 = \frac{10 \times 1,5}{8500}$$

$$Q_2 \cong 1.8 \times 10^{-3}\,\frac{m^3}{s} \to (0,25)$$

a) em (1) escoamento ; e laminar, portanto: $v_1 = \dfrac{v_{max_1}}{2} = \dfrac{5}{2} = 2,5\,\dfrac{m}{s}$

$$Q_1 = 2,5 \times \frac{\pi \times 0,1^2}{4} \cong 0,0196\,\frac{m^3}{s} \to (0,25)$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \therefore Q_3 = 0.0196 - 1,8 \times 10^{-3} = 0,0178\,\frac{m^3}{s} \to (0,25)$$

c) $v_{y=3cm} = 5 \times \left[1 - \left(\dfrac{4}{5}\right)^2\right] = 1,8\,\dfrac{m}{s} \to (0,75)$

d) $Q_1 - Q_3 = \dfrac{V}{t} = \dfrac{\Delta h \times \dfrac{\pi \times D^2}{4}}{t} \to t = \dfrac{0,15 \times \pi \times 1^2}{4 \times 1,8 \times 10^{-3}} \cong 65,5s \to (0,75)$

Obs : se considerarmos $Q_1 - Q_3$ sem arredondamentos obteríamos $t = 66,8s$

b) supondo $R_e = 2400$

$$2400 = \frac{v_2 \times D_2}{9 \times 10^{-6}} \therefore v_2 = \frac{2400 \times 9 \times 10^{-6}}{D_2}$$

$$Q_2 = v_2 \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} \Rightarrow 1{,}8 \times 10^{-3} = \frac{2400 \times 9 \times 10^{-6}}{D_2} \times \frac{\pi \times D_2^2}{4}$$

$$D_2 = \frac{1{,}8 \times 10^{-3} \times 4}{2400 \times 9 \times 10^{-6} \times \pi} \cong 0{,}104\text{m} = 104\text{mm} \rightarrow (0{,}5)$$

$$v_2 = \frac{2400 \times 9 \times 10^{-6}}{0{,}104} \cong 0{,}208\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_{max_2} = \frac{60}{49} \times 0{,}208 \cong 0{,}255\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0{,}25)$$

supondo $R_e = 4000$

$$4000 = \frac{v_2 \times D_2}{9 \times 10^{-6}} \therefore v_2 = \frac{4000 \times 9 \times 10^{-6}}{D_2}$$

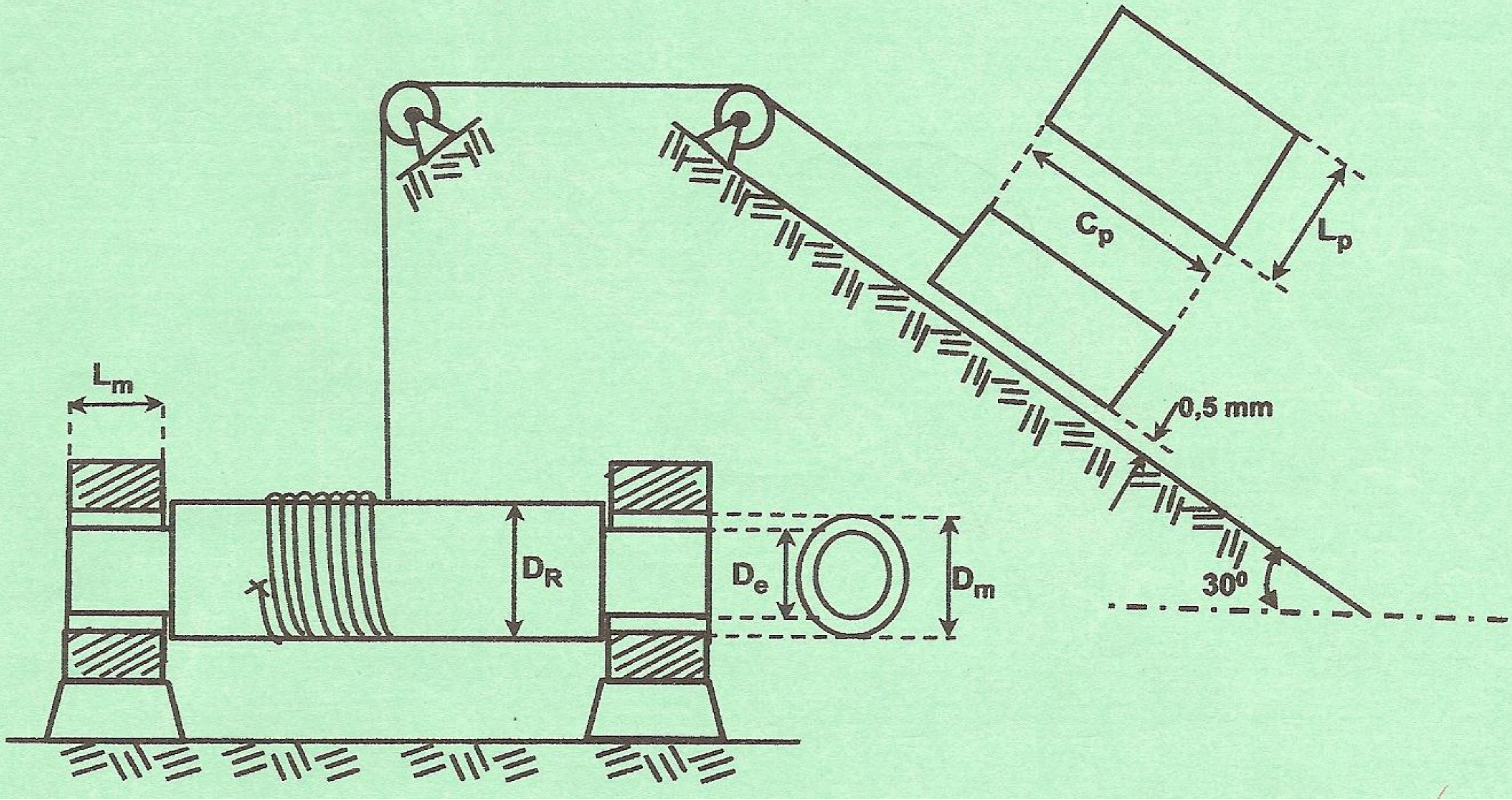
$$Q_2 = v_2 \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} \Rightarrow 1{,}8 \times 10^{-3} = \frac{4000 \times 9 \times 10^{-6}}{D_2} \times \frac{\pi \times D_2^2}{4}$$

$$D_2 = \frac{1{,}8 \times 10^{-3} \times 4}{4000 \times 9 \times 10^{-6} \times \pi} \cong 0{,}0626\text{m} = 62{,}6\text{mm} \rightarrow (0{,}5)$$

$$v_2 = \frac{4000 \times 9 \times 10^{-6}}{0{,}0626} \cong 0{,}575\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_{max_2} = \frac{60}{49} \times 0{,}575 \cong 0{,}704\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0{,}25)$$

Q_1 (tipo A)

O cabo preso à placa passando pelas roldanas está enrolado no rolo, cujas pontas de eixo estão no interior de mancais iguais. A placa de peso $P = 50$ N, tem dimensões: $C_p = 100$ cm e $L_p = 80$ cm. O filme de lubrificante entre a placa e o plano inclinado é de 0,5 mm. O diâmetro interno dos mancais é $D_m = 250$ mm cuja largura é $L_m = 400$ mm. O diâmetro do rolo é $D_R = 300$ mm e das pontas de eixo é $D_e = 249$ mm. O lubrificante entre as pontas de eixo e os mancais é o mesmo do filme entre a placa e o plano inclinado, de viscosidade 4 mm²/s e peso específico de 8 N/ litro. Pede-se determinar qual será a rpm constante que o rolo atinge. Dado: $g = 10$ m/s².

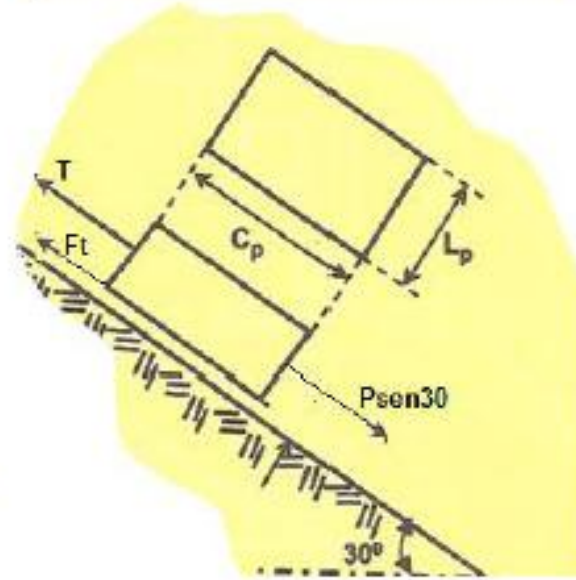


$$\nu = 4\frac{mm^2}{s} = 4\times10^{-6}\frac{m^2}{s}$$

$$\gamma = 8\frac{N}{L} = 8000\frac{N}{m^3} \therefore \rho = \frac{8000}{10} = 800\frac{kg}{m^3}$$

$$\mu = \nu\times\rho = 4\times10^{-6}\times800 = 3{,}2\times10^{-3}Pa\times s \Rightarrow (0{,}5)$$

PLACA DESCE



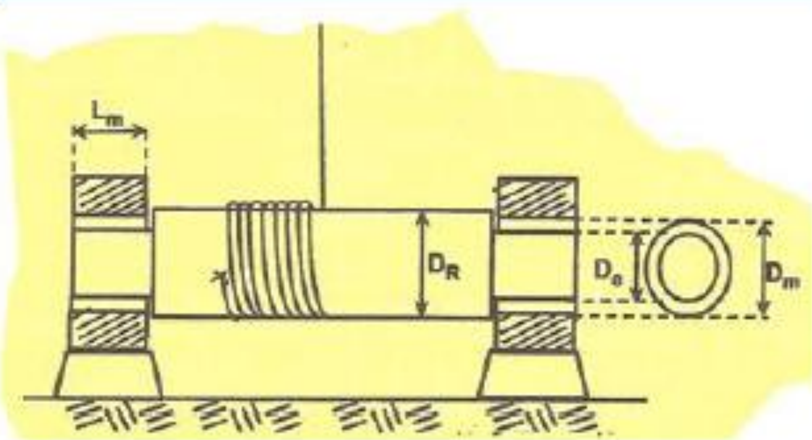
$$P = G_p \rightarrow Ft = F_{\mu_p}$$

$$\therefore G_p \times sen30^0 = T + F_{\mu_p}$$

$$T = 50\times0{,}5 - 3{,}2\times10^{-3}\times\frac{v_p}{0{,}5\times10^{-3}}\times1\times0{,}8$$

$$T = 25 - 5{,}12\times v_p \Rightarrow (0{,}5)$$

EIXO GIRA COM ROTAÇÃO CONSTANTE



$$T\times\frac{D_R}{2} = 2\times F_{\mu_e}\times\frac{D_e}{2} \therefore T = 2\times F_{\mu_e}\times\frac{D_e}{D_R}$$

$$T = 2\times3{,}2\times10^{-3}\times\frac{v_e}{\frac{(0{,}250-0{,}249)}{2}}\times\pi\times0{,}249\times0{,}4\times\frac{249}{300}$$

$$T = 3{,}324\times v_e \Rightarrow (0{,}5)$$

COMO A ROTAÇÃO É CONSTANTE NÓS TEMOS:

$$v_p = \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0,3}{2} \quad \text{e} \quad v_e = \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0,249}{2}$$

$$25 - 5,12 \times v_p = 3,324 \times v_e$$

$$\therefore 25 - 5,12 \times \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0,3}{2} = 3,324 \times \frac{2\pi n}{60} \times \frac{0,249}{2}$$

$$n \cong 202,1 \, \text{rpm} \Rightarrow (1,5)$$

Q_2 (tipoA)

Na figura, a superfície da água está em (A) pois neste nível a pressão absoluta do AR é de 106 KPa abs. Nesta condição a leitura L é de 76 cm, a leitura no manometro metálico é de 0,7 mca e a cota z de 35cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/litro, o peso específico do mercurio de 136 N/litro e o diâmetro do reservatório D = 9 cm .

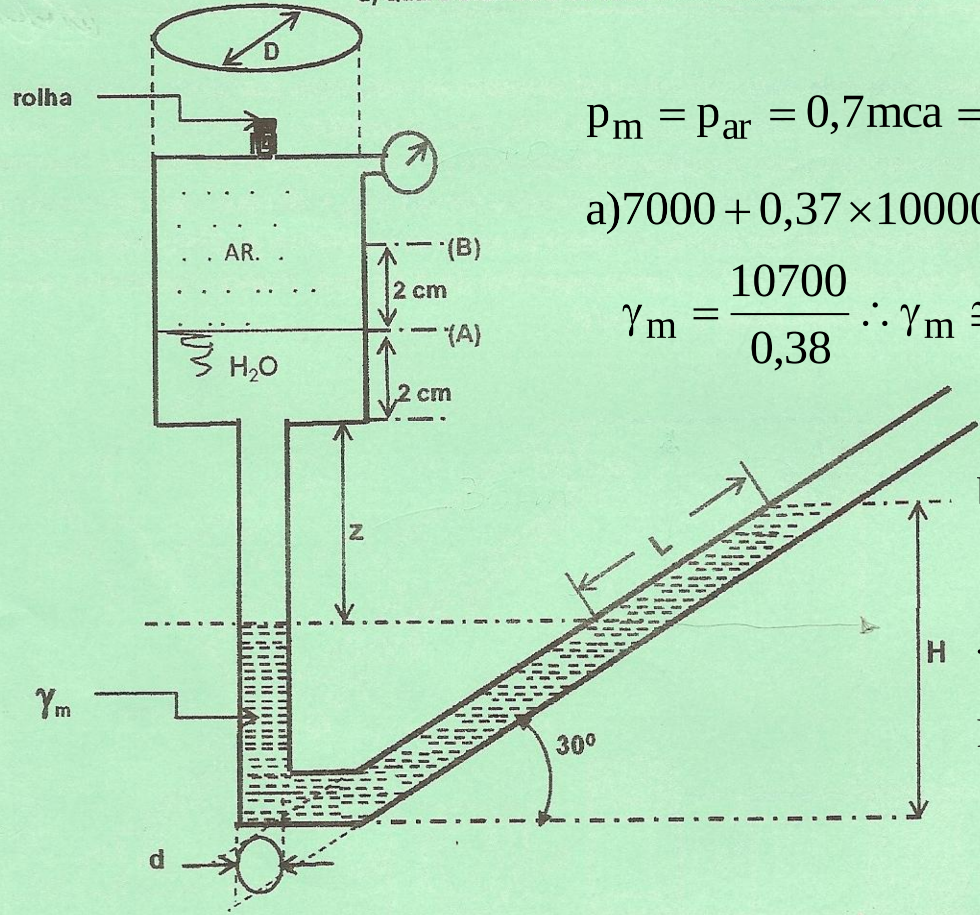
Pede-se:

a) Qual o peso específico do fluido manométrico γ_m =?

b) Qual a leitura barométrica local em mmHg ?

c) Se na condição da figura (com a rolha), a cota H = 60 cm; qual será a nova cota H quando se retirar a rolha ?

d) Qual o diâmetro do tubo manométrico d = ? (cm)



$$p_m = p_{ar} = 0{,}7\text{mca} = 0{,}7 \times 10000 = 7000\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\,(\text{ou Pa})$$

$$\text{a)}\,7000 + 0{,}37 \times 10000 = 0{,}38 \times \gamma_m$$

$$\gamma_m = \frac{10700}{0{,}38} \therefore \gamma_m \cong 28157{,}9\,\frac{\text{N}}{\text{m}^3} \Rightarrow (1{,}0)$$

$$\text{b)}\; p_{ar_{abs}} = 106\text{kPa} = 106000\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\,(\text{ou Pa})$$

$$p_{ar_{abs}} = p_{ar} + p_{atm_{local}}$$

$$\therefore 106000 = 7000 + p_{atm_{local}} \therefore p_{atm_{local}} = 99000\ \text{Pa} \Rightarrow (0{,}5)$$

$$h_{Hg} = \frac{99000}{136000} \times 1000 \cong 727{,}9\ \text{mmHg} \Rightarrow (0{,}5)$$

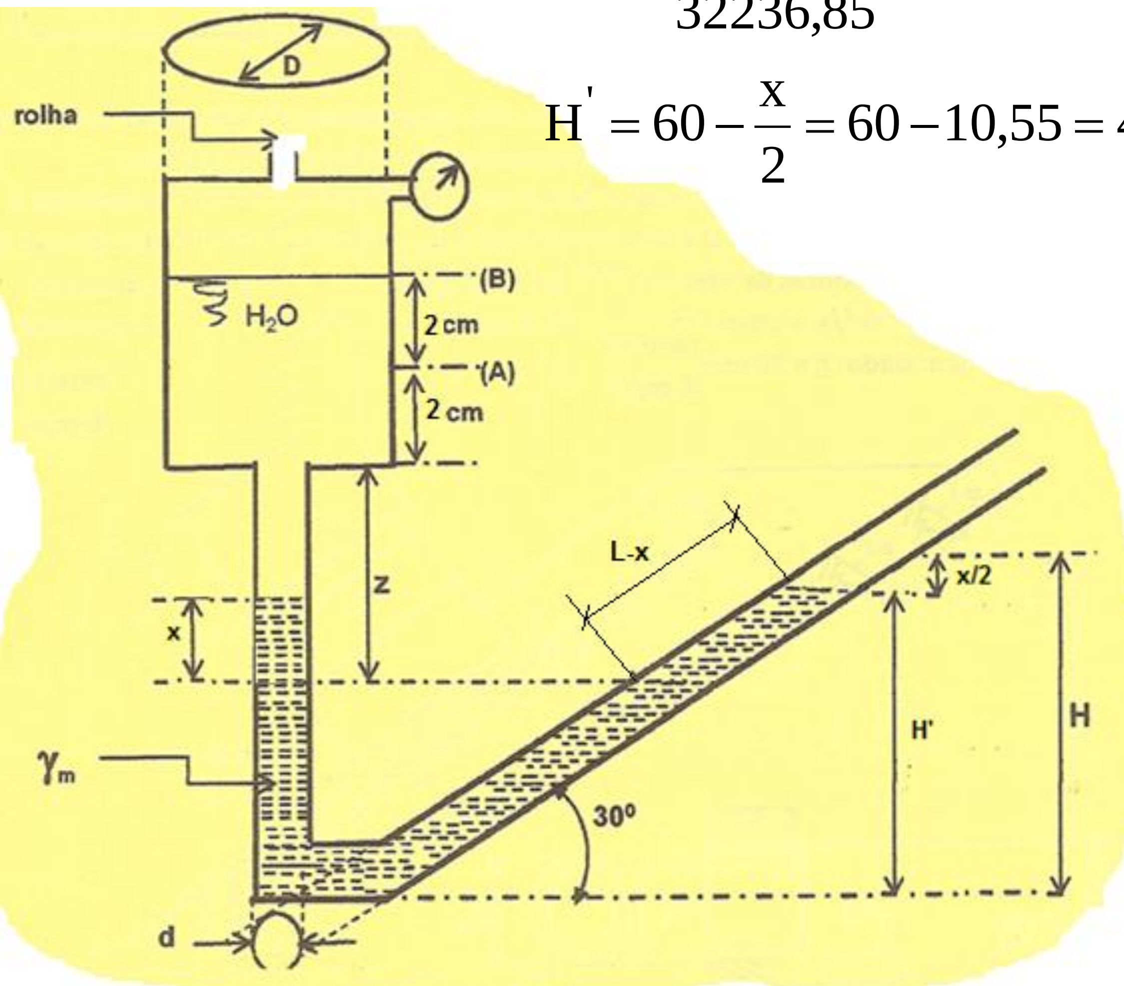
c)

$$0+0{,}04\times 10000+\left(0{,}35-x\right)\times 10000+x\times\gamma_m=\frac{\left(L-x\right)}{2}\times\gamma_m$$

$$400+3500-10000x+28157{,}9x=10700-14078{,}95x$$

$$\therefore x=\frac{6800}{32236{,}85}\cong 0{,}211\text{m}\Rightarrow(0{,}5)$$

$$H^{'}=60-\frac{x}{2}=60-10{,}55=49{,}45\text{cm}\Rightarrow 0{,}5$$



d)

$$2\times\frac{\pi\times 9^2}{4}=21{,}1\times\frac{\pi\times d^2}{4}$$

$$\therefore d=\sqrt{\frac{2\times 9^2}{21{,}1}}\cong 2{,}8\,\text{cm}$$

Q_3 (tipo A)

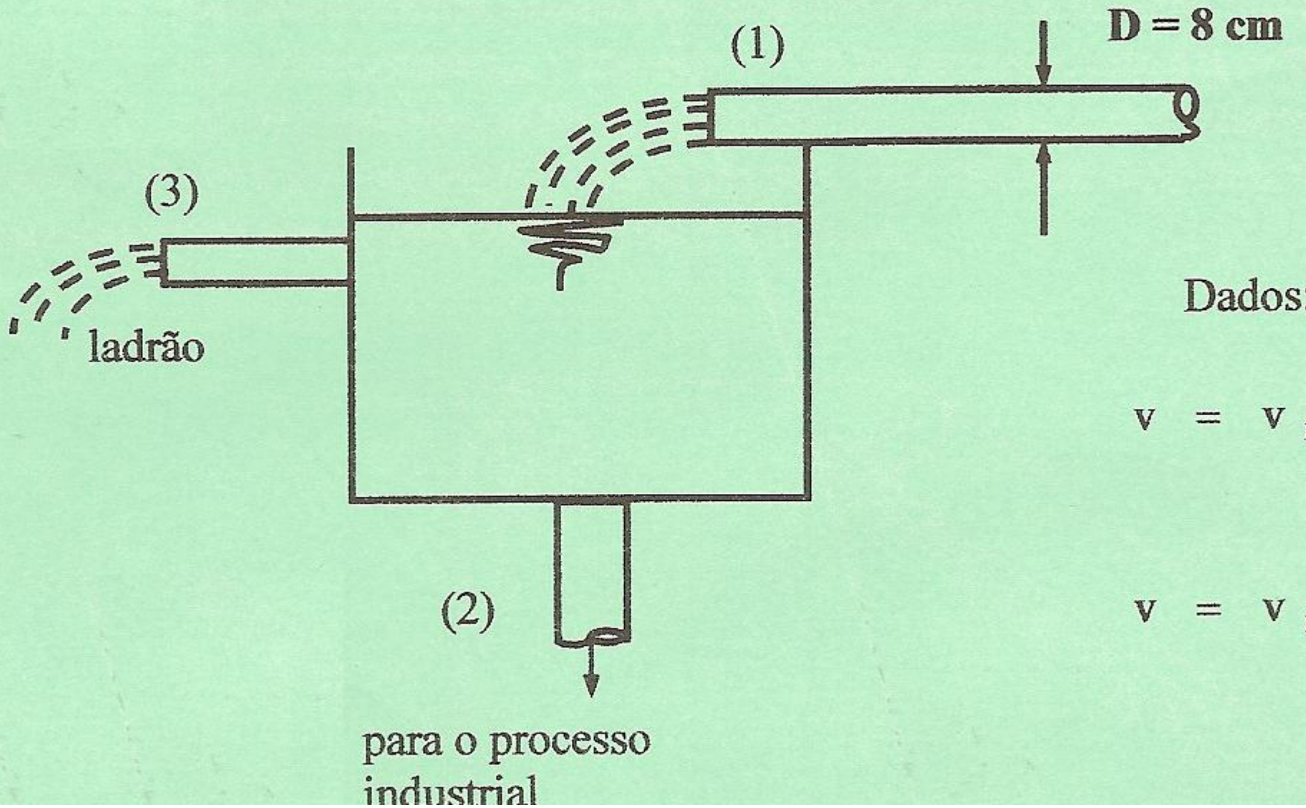
Na figura abaixo o reservatório mantém-se a nível constante descarregando o excesso pelo ladrão.
O fluido tem viscosidade cinemática 8 mm^2 / s e peso específico 8000 N / m^3. O tubo inferior (2) atende um processo industrial que consome 1 kg / s do fluido. Todos os condutos são circulares. Pede-se:

a) qual a vazão em volume no ladrão, se a velocidade no centro da seção do conduto (1) é 4 m / s e o escoamento no mesmo é laminar?

b) qual o mínimo diâmetro do tubo (2) para que o escoamento seja turbulento e neste caso, qual a velocidade no centro do conduto?

c) qual a velocidade a 1 cm da parede do conduto (1)?

d) se o processo industrial for interrompido, supondo que o ladrão mantenha vazão constante, quanto tempo levará para que o fluido suba 10 cm no tanque, que é circular de diâmetro 1 m?



Dados:

$$v = v_{max} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

$$v = v_{max} \left(1 - \frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{7}}$$

$$Q_{m_2} = \rho \times Q_2 = \frac{\gamma}{g} \times Q_2 \Rightarrow Q_2 = \frac{10 \times 1{,}0}{8000}$$

$$Q_2 \cong 1.25 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \rightarrow (0{,}25)$$

a) em (1) escoamento ; e laminar, portanto: $v_1 = \dfrac{v_{max_1}}{2} = \dfrac{4}{2} = 2{,}0 \dfrac{m}{s}$

$$Q_1 = 2{,}0 \times \frac{\pi \times 0{,}08^2}{4} \cong 0{,}0101 \frac{m^3}{s} \rightarrow (0{,}25)$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \therefore Q_3 = 0.0101 - 1{,}25 \times 10^{-3} = 8{,}85 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \rightarrow (0{,}25)$$

c) $v_{y=3cm} = 4 \times \left[1 - \left(\dfrac{3}{4}\right)^2\right] = 1{,}75 \dfrac{m}{s} \rightarrow (0{,}75)$

d) $Q_1 - Q_3 = \dfrac{V}{t} = \dfrac{\Delta h \times \dfrac{\pi \times D^2}{4}}{t} \rightarrow t = \dfrac{0{,}10 \times \pi \times 1^2}{4 \times 1{,}25 \times 10^{-3}} \cong 62{,}8 s \rightarrow (0{,}75)$

b) supondo $R_e = 2400$

$$2400 = \frac{v_2 \times D_2}{8 \times 10^{-6}} \therefore v_2 = \frac{2400 \times 8 \times 10^{-6}}{D_2}$$

$$Q_2 = v_2 \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} \Rightarrow 1{,}25 \times 10^{-3} = \frac{2400 \times 8 \times 10^{-6}}{D_2} \times \frac{\pi \times D_2^2}{4}$$

$$D_2 = \frac{1{,}25 \times 10^{-3} \times 4}{2400 \times 8 \times 10^{-6} \times \pi} \cong 0{,}0829\text{m} = 82{,}9\text{mm} \rightarrow (0{,}5)$$

$$v_2 = \frac{2400 \times 8 \times 10^{-6}}{0{,}0829} \cong 0{,}232\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_{max_2} = \frac{60}{49} \times 0{,}232 \cong 0{,}284\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0{,}25)$$

supondo $R_e = 4000$

$$4000 = \frac{v_2 \times D_2}{8 \times 10^{-6}} \therefore v_2 = \frac{4000 \times 8 \times 10^{-6}}{D_2}$$

$$Q_2 = v_2 \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} \Rightarrow 1{,}25 \times 10^{-3} = \frac{4000 \times 8 \times 10^{-6}}{D_2} \times \frac{\pi \times D_2^2}{4}$$

$$D_2 = \frac{1{,}25 \times 10^{-3} \times 4}{4000 \times 8 \times 10^{-6} \times \pi} \cong 0{,}0497\text{m} = 49{,}7\text{mm} \rightarrow (0{,}5)$$

$$v_2 = \frac{4000 \times 8 \times 10^{-6}}{0{,}0497} \cong 0{,}644\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_{max_2} = \frac{60}{49} \times 0{,}644 \cong 0{,}789\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow (0{,}25)$$