Sexta e sétima aulas de estática dos fluidos

Primeiro semestre de 2012


Vamos acrescentar um novo item em um dos exercícios da aula anterior.

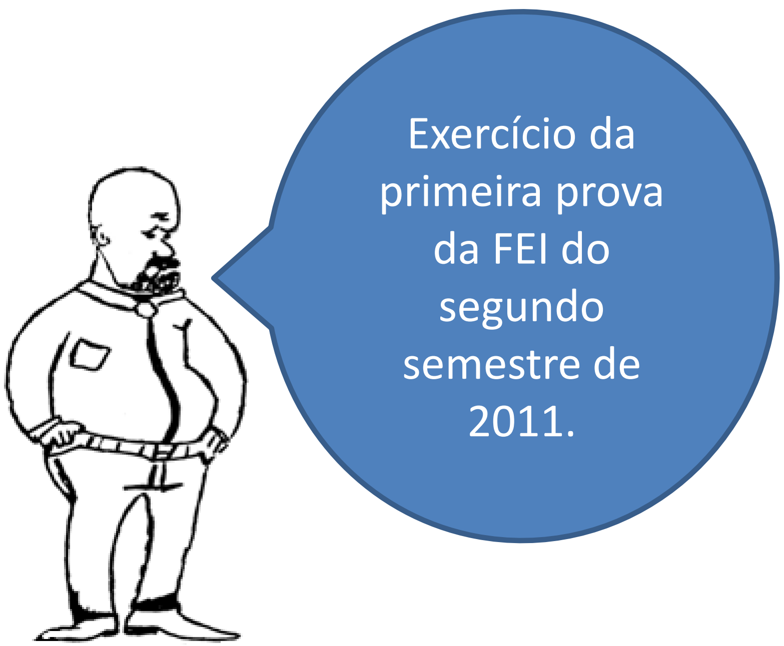
Na figura, os elementos são cilíndricos, sendo: D_1 = 16 cm; D_2 = 20 cm e D_3 = 28 cm. Pesos específicos: γ_1 = 15 N/L e γ_2 desconhecido. No fundo do recipiente (onde o fluido é γ_2) a pressão é de 280 KPa. As cotas valem: h_1 = 9 m; h_2 = 7 m e h_3 = 4 m. A leitura barométrica local é de 685 mm Hg. (γ_{Hg} = 133,4 N/L). Pede - se:

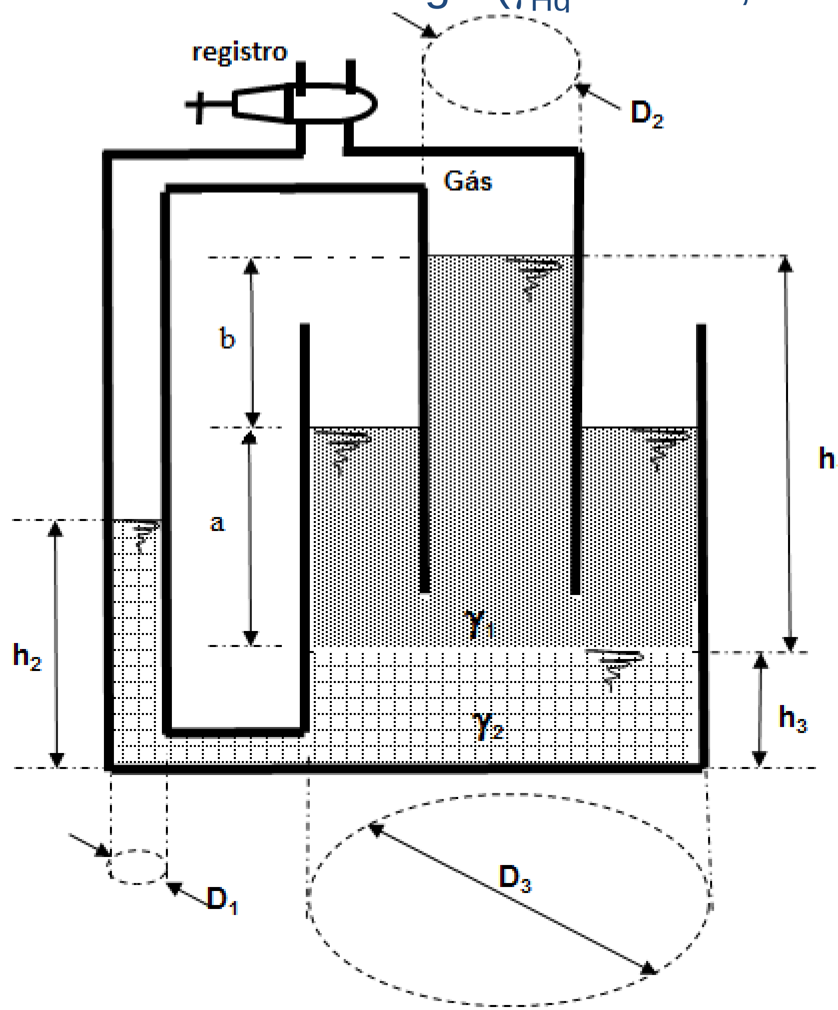
a) ;

b) ;

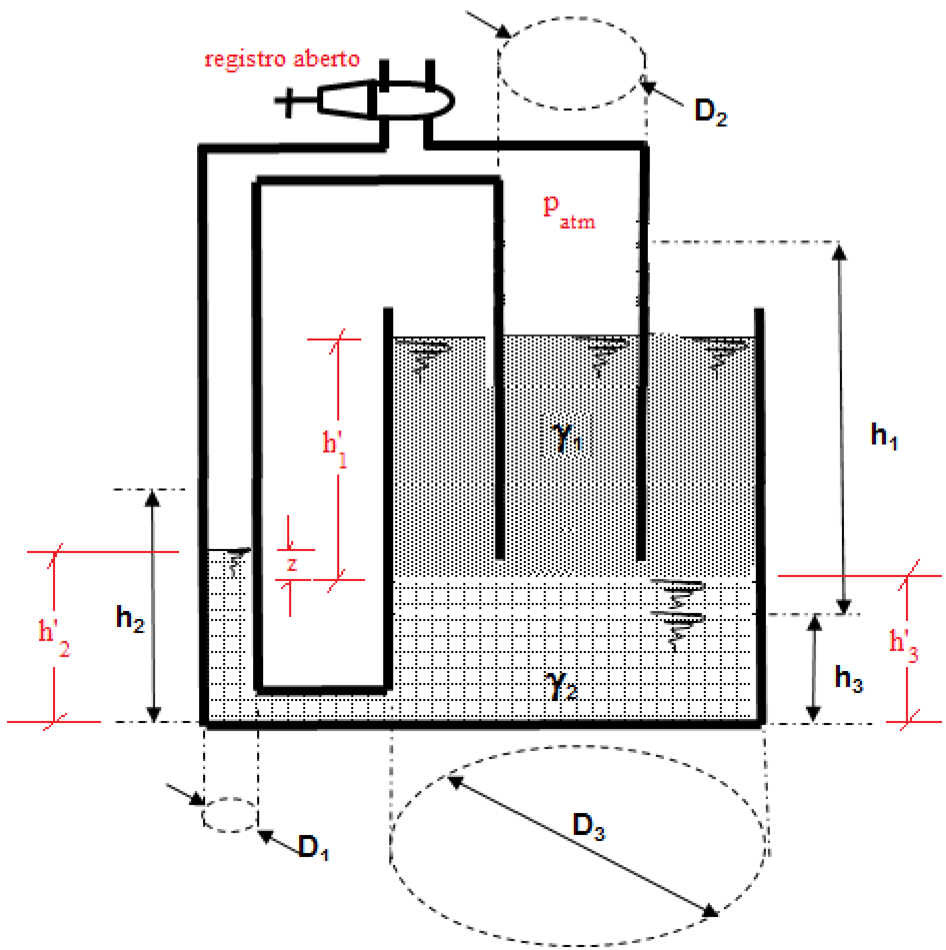
c) *As novas cotas, ao se abrir o registro*.

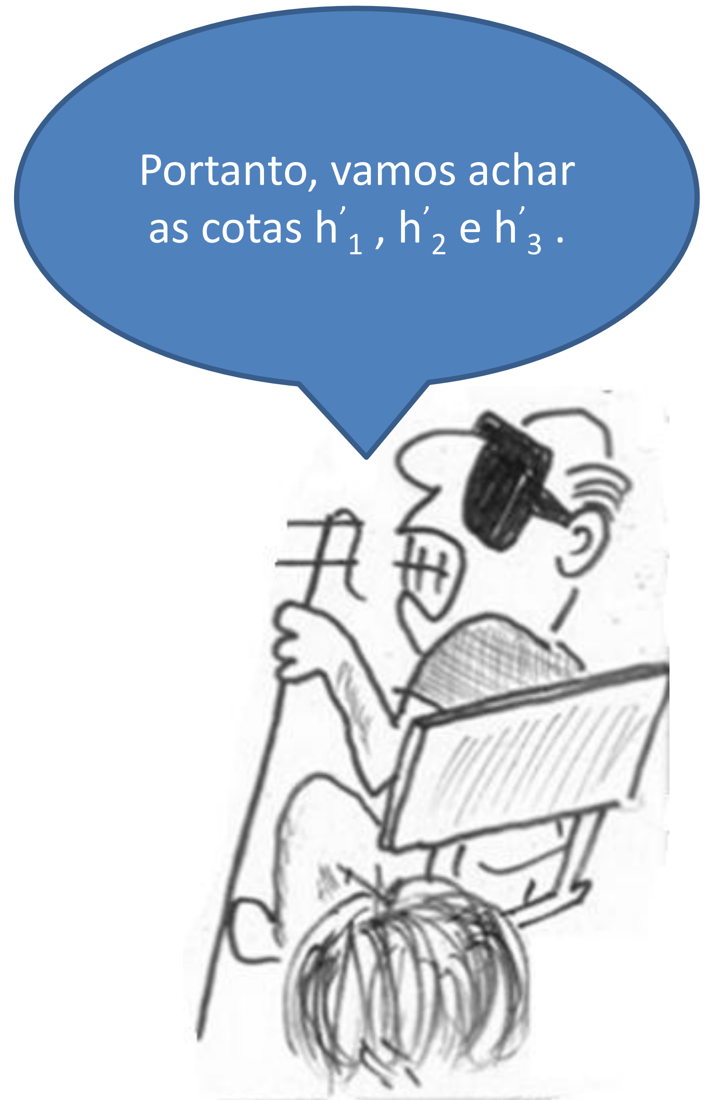
.

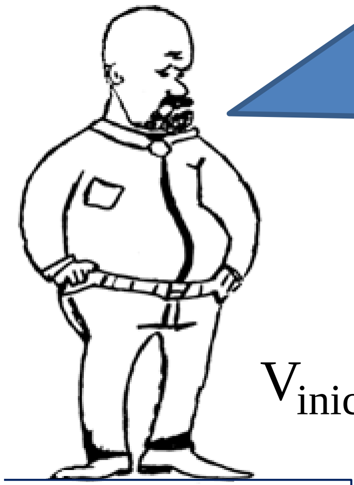




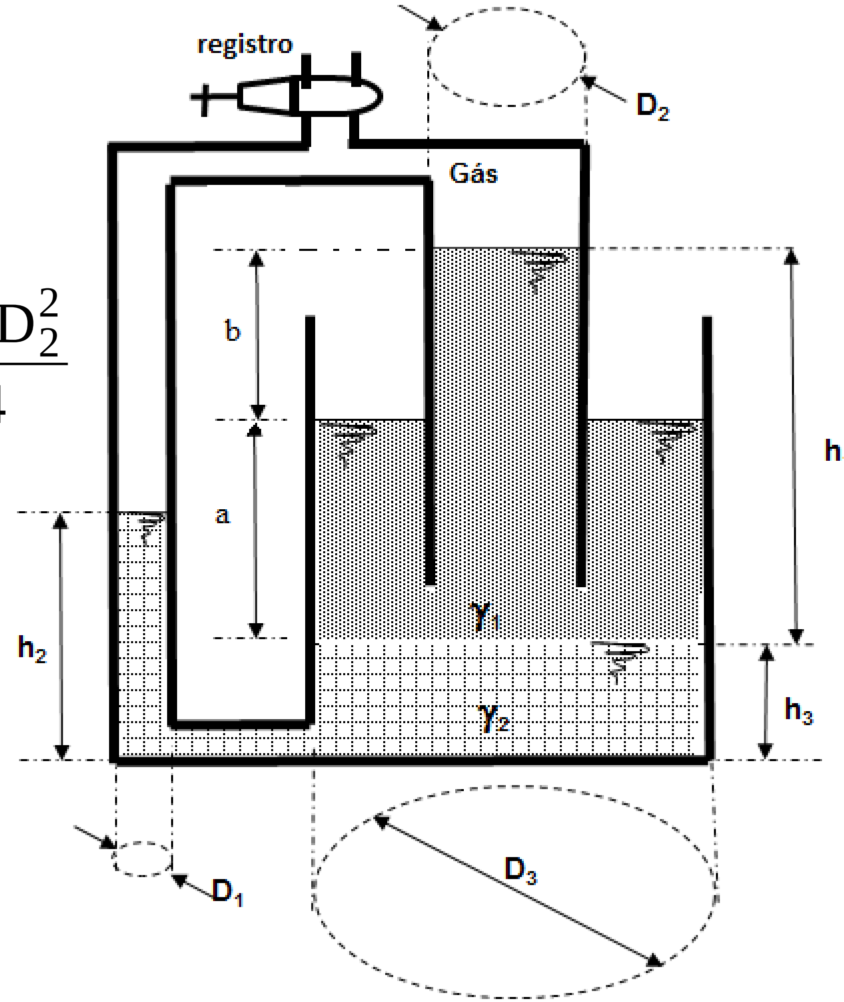

O registro sendo aberto passamos a ter a pressão atmosférica atuando como mostra o próximo slide.


registro aberto
D2
p atm
γ1
γ2
h'1
z
h1
h'2
h2
h3
h'3
D1
D3

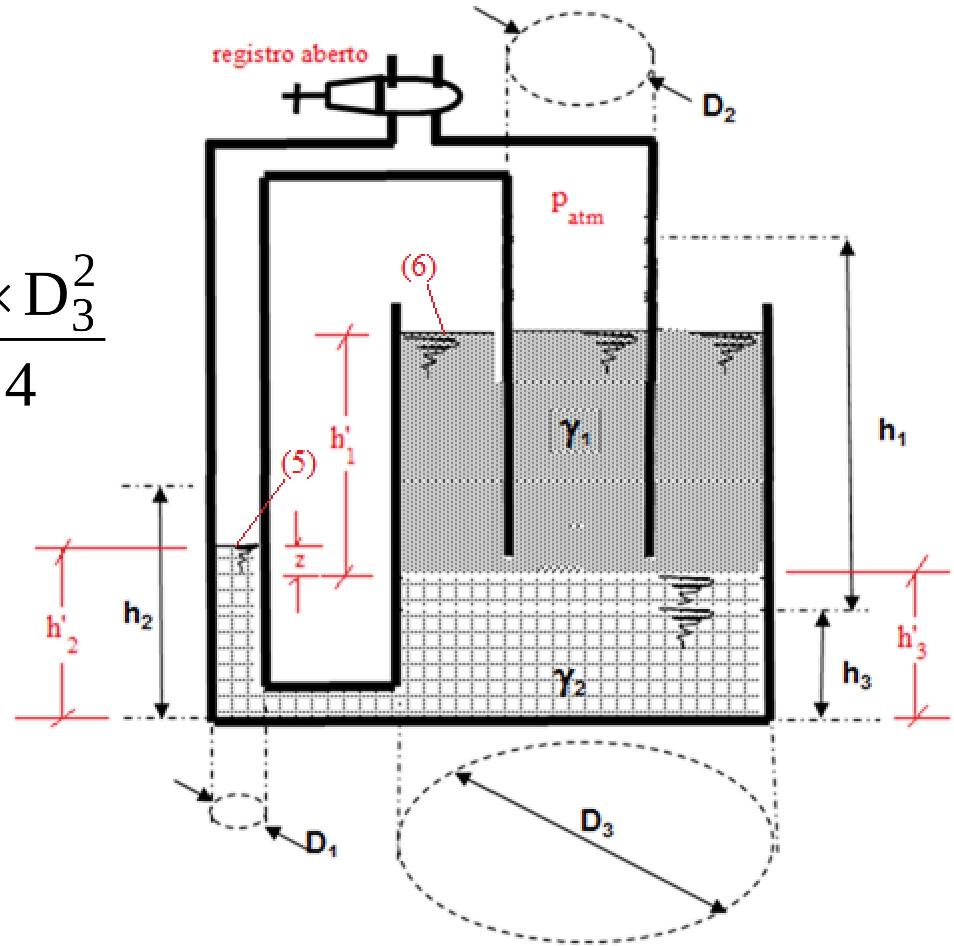

Portanto, vamos achar as cotas h'1 , h'2 e h'3 .



$$V_{inicial} = a \times \frac{\pi \times D_3^2}{4} + b \times \frac{\pi \times D_2^2}{4}$$



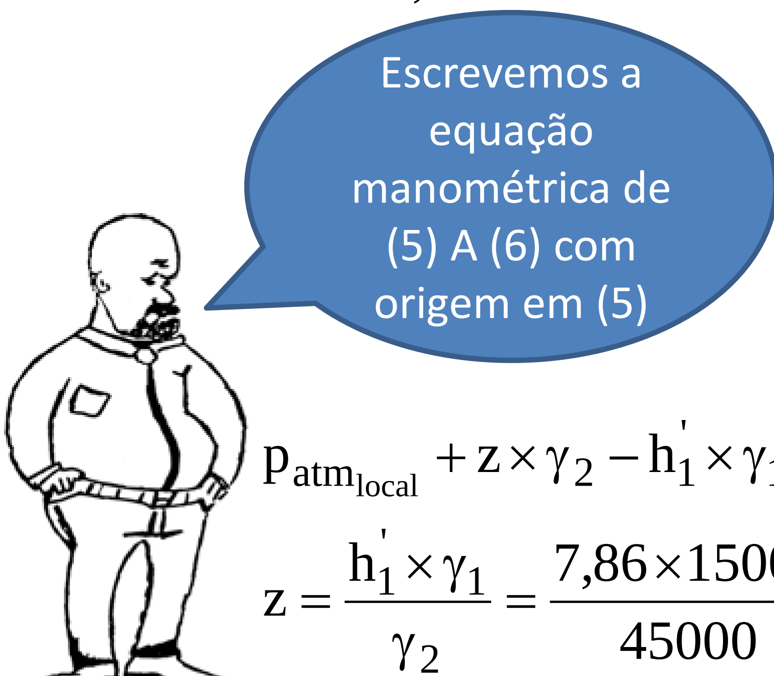
$$V_{final} = h_1' \times \frac{\pi \times D_3^2}{4}$$

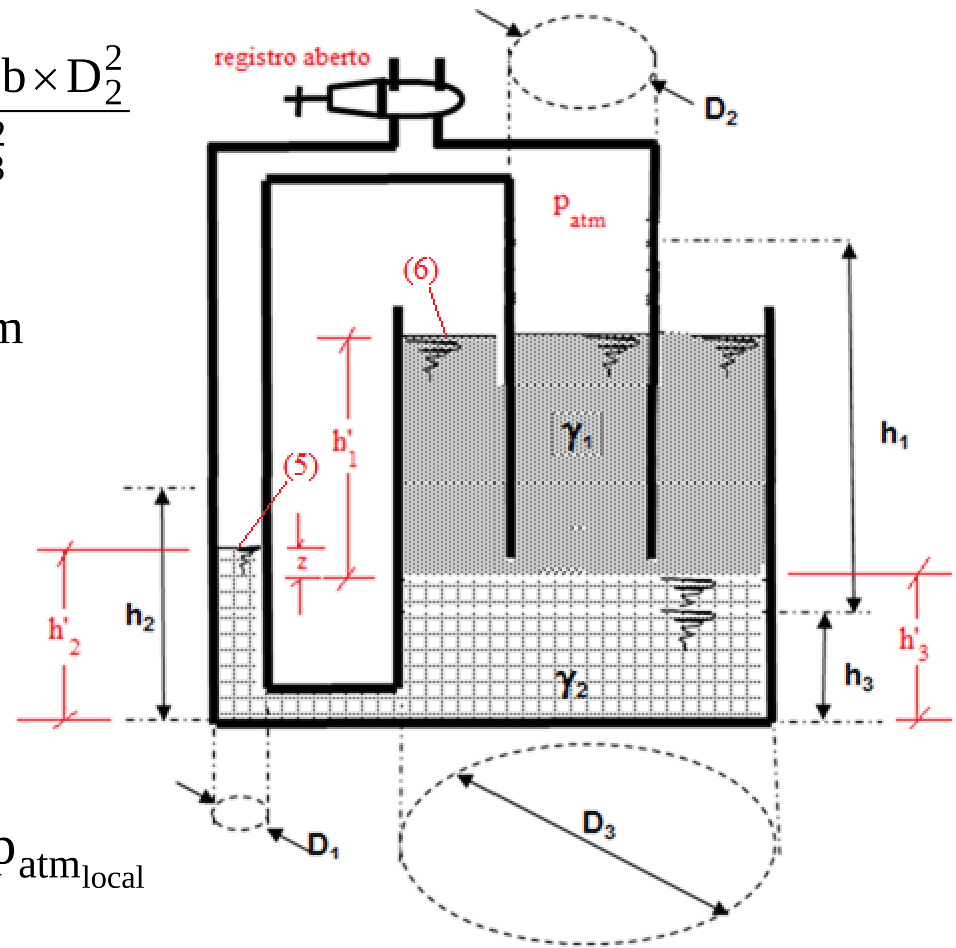


$$a \times \frac{\pi \times D_3^2}{4} + b \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} = h_1' \times \frac{\pi \times D_3^2}{4}$$

$$h_1' = \frac{a \times \frac{\pi \times D_3^2}{4} + b \times \frac{\pi \times D_2^2}{4}}{\frac{\pi \times D_3^2}{4}} = \frac{a \times D_3^2 + b \times D_2^2}{D_3^2}$$

$$h_1' = \frac{6{,}67 \times 0{,}28^2 + 2{,}33 \times 0{,}20^2}{0{,}28^2} \cong 7{,}86\text{m}$$





$$p_{atm_{local}} + z \times \gamma_2 - h_1' \times \gamma_1 = p_{atm_{local}}$$

$$z = \frac{h_1' \times \gamma_1}{\gamma_2} = \frac{7{,}86 \times 15000}{45000} \cong 2{,}62\text{m}$$

$$\left(h_2 - h_2'\right)\times\frac{\pi\times D_1^2}{4} = \left(h_3' - h_3\right)\times\frac{\pi\times D_3^2}{4}$$

$$\left(h_2 - h_2'\right)\times D_1^2 = \left(h_3' - h_3\right)\times D_3^2$$

$$h_2' - h_3' = z$$

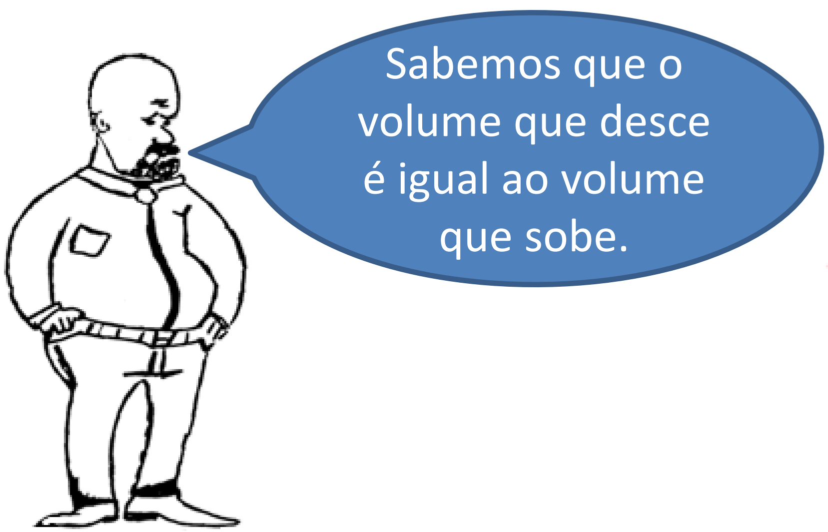
$$h_2' = z + h_3'$$

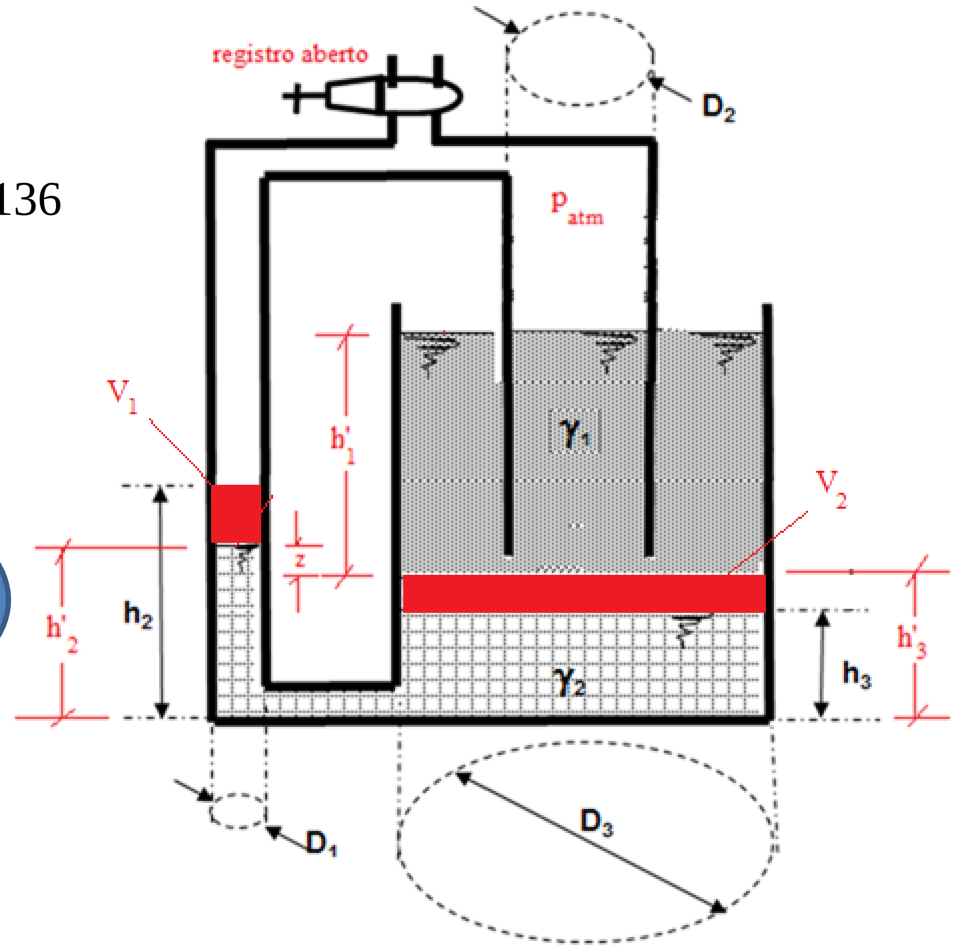
$$\left(7 - 2{,}62 - h_3'\right)\times 0{,}16^2 = \left(h_3' - 4\right)\times 0{,}28^2$$

$$0{,}112128 - 0{,}16^2\times h_3' = 0{,}28^2\times h_3' - 0{,}3136$$

$$h_3' \cong 4{,}09\text{m}$$

$$h_2' = 2{,}62 + 4{,}09 = 6{,}71\text{m}$$



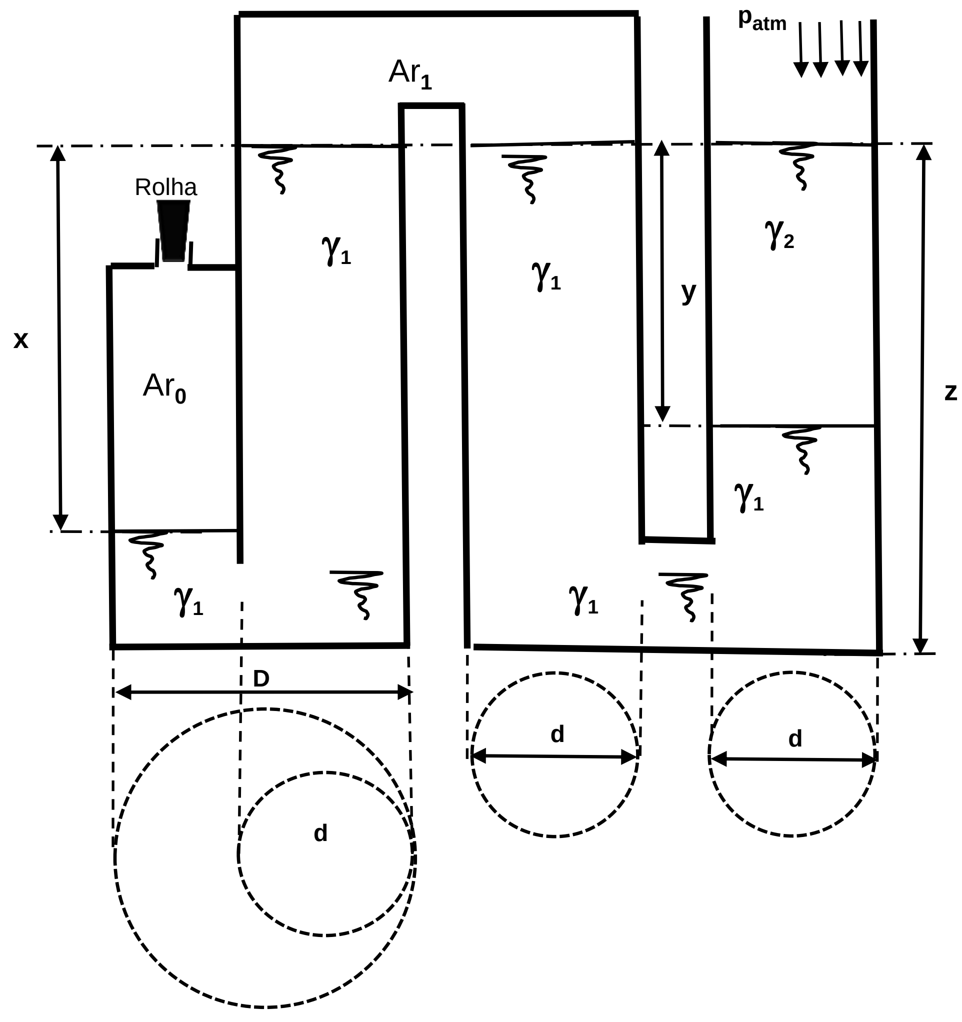


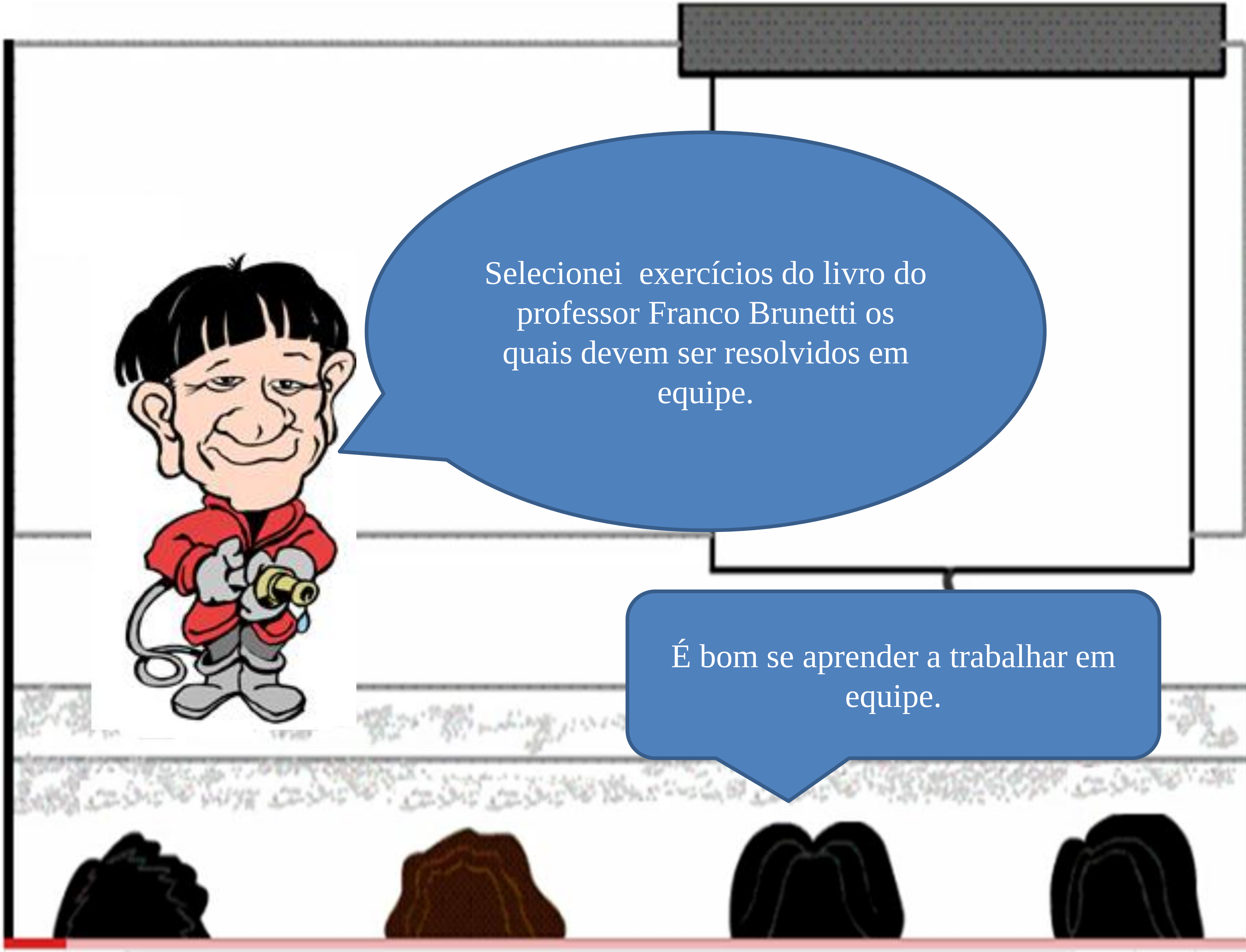

Vamos fazer mais um.

Na figura os diâmetros são respectivamente : D = 75 cm e d = 50 cm.
As cotas : x = 2 m; y = 1,4 m e z = 2,5 m. Os fluidos são de pesos específicos γ_1 = 10 N/L e γ_2 = 20 N/L. Sendo a pressão atmosférica local igual a100KPa.

Pede-se:

a) A pressão do Ar_1 em KPa abs;
b) A pressão do Ar_0 em KPa;
c) Qual será a nova cota z, se ao retirar a rolha, ocorre uma variação na pressão do Ar_1 de 4 KPa ?

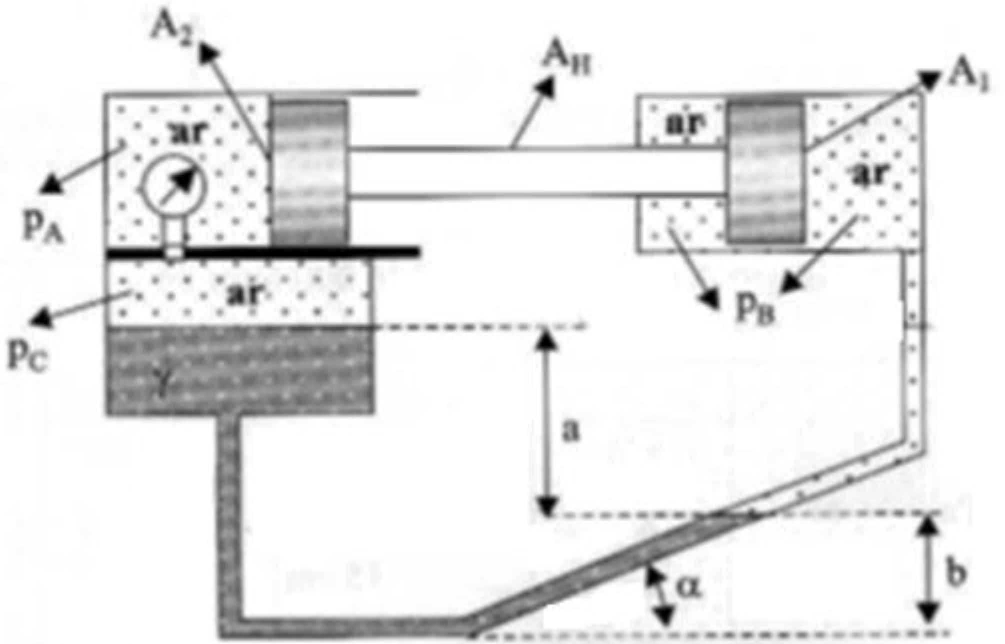



Selecionei exercícios do livro do professor Franco Brunetti os quais devem ser resolvidos em equipe.
É bom se aprender a trabalhar em equipe.

2.9

No dispositivo da figura, a leitura do manômetro é 30 kPa e a relação de áreas dos pistões é $A_2/A_1 = 2$.

A pressão atmosférica no local é 700 mmHg. Estando o sistema em equilíbrio, pede-se a pressão p_B na escala absoluta em mca. Dados: $\gamma = 27.000\ N/m^3$; a = 100 cm; b = 80 cm; $\gamma_{Hg} = 136.000\ N/m^3$; $\gamma_{H_2O} = 10.000\ N/m^3$; $A_1/A_H = 2$; $\alpha = 30°$.



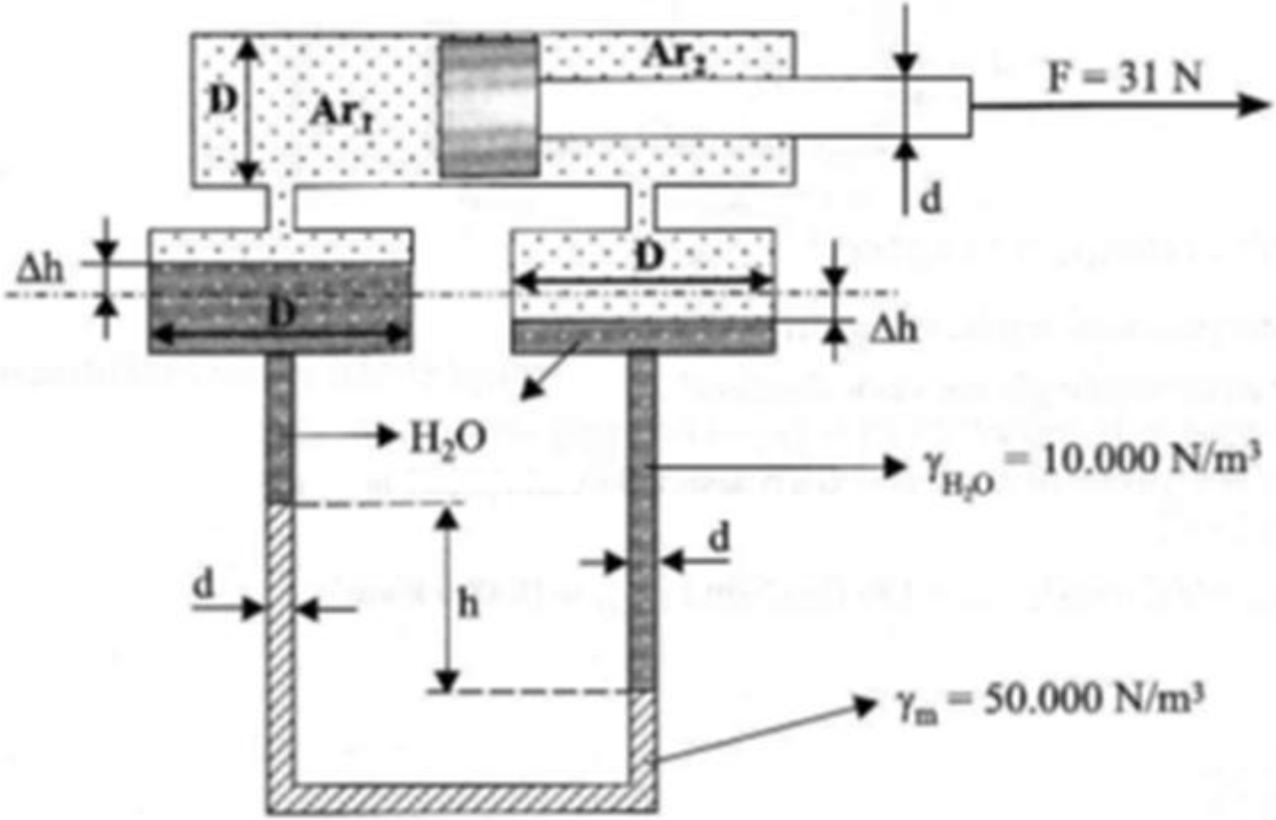
Resp.: $p_B = 17,12$ mca (abs)

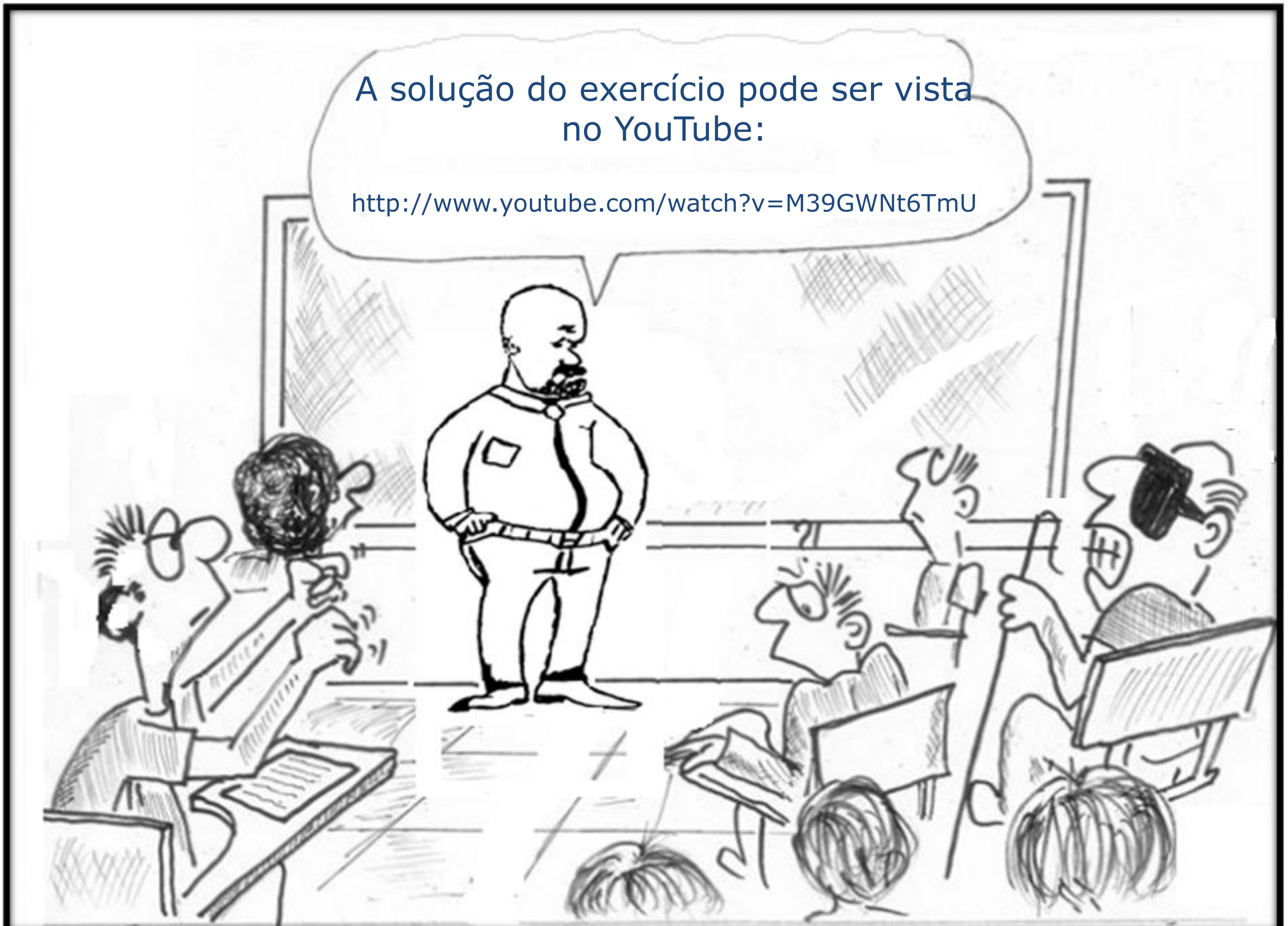
2.13 Na figura a seguir, o sistema está em equilíbrio estático. Pede-se:

a) p_{ar1} em mmHg (abs);

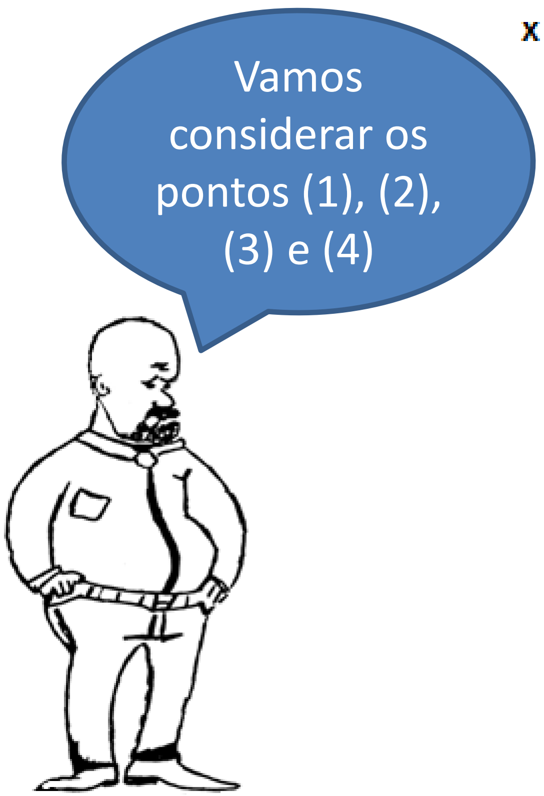
b) p_{ar2} em mca.

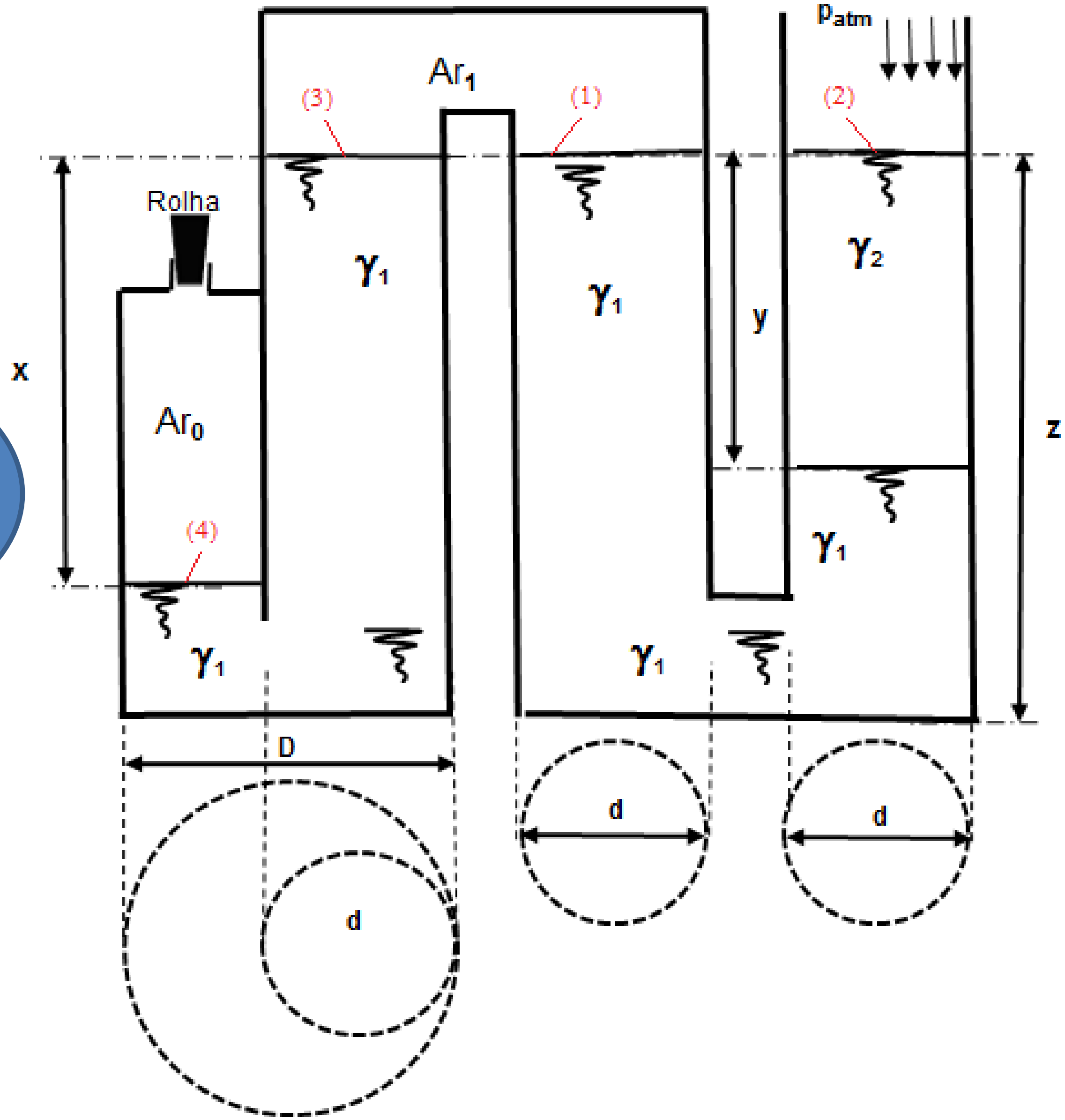
Dados: $D = 71{,}4$ mm; $d = 35{,}7$ mm; $h = 400$ mm; $p_{atm} = 684$ mmHg; $\gamma_{Hg} = 136.000$ N/m³; para $F = 0 \Rightarrow h = 0$.




A solução do exercício pode ser vista no YouTube:
http://www.youtube.com/watch?v=M39GWNt6TmU


Vamos resolver o exercício anterior **sem pensar como engenheiros**.


Vamos considerar os pontos (1), (2), (3) e (4)


p_{atm}
Ar_1
(3)
(1)
(2)
Rolha
γ_1
γ_1
γ_2
y
x
Ar_0
z
(4)
γ_1
γ_1
γ_1
D
d
d
d


Continuando **sem pensar como engenheiros,** vamos aplicar a equação manométrica de (1) (2) com origem em (1):

a)

$$p_{ar_1} + y \times \gamma_1 - y \times \gamma_2 = p_{atm_{local}}$$

Na escala efetiva:

$$p_{ar_1} + 1{,}4 \times 10000 - 1{,}4 \times 20000 = 0$$

$$p_{ar_{1abs}} = p_{ar_1} + p_{atm_{local}} = 14 + 100 = 114\text{kPa}$$

b)

Aplicando a equação manométrica de (3) a (4) com origem em (3)

$$p_{ar_1} + x \times \gamma_1 = p_{ar_0}$$

Na escala efetiva:

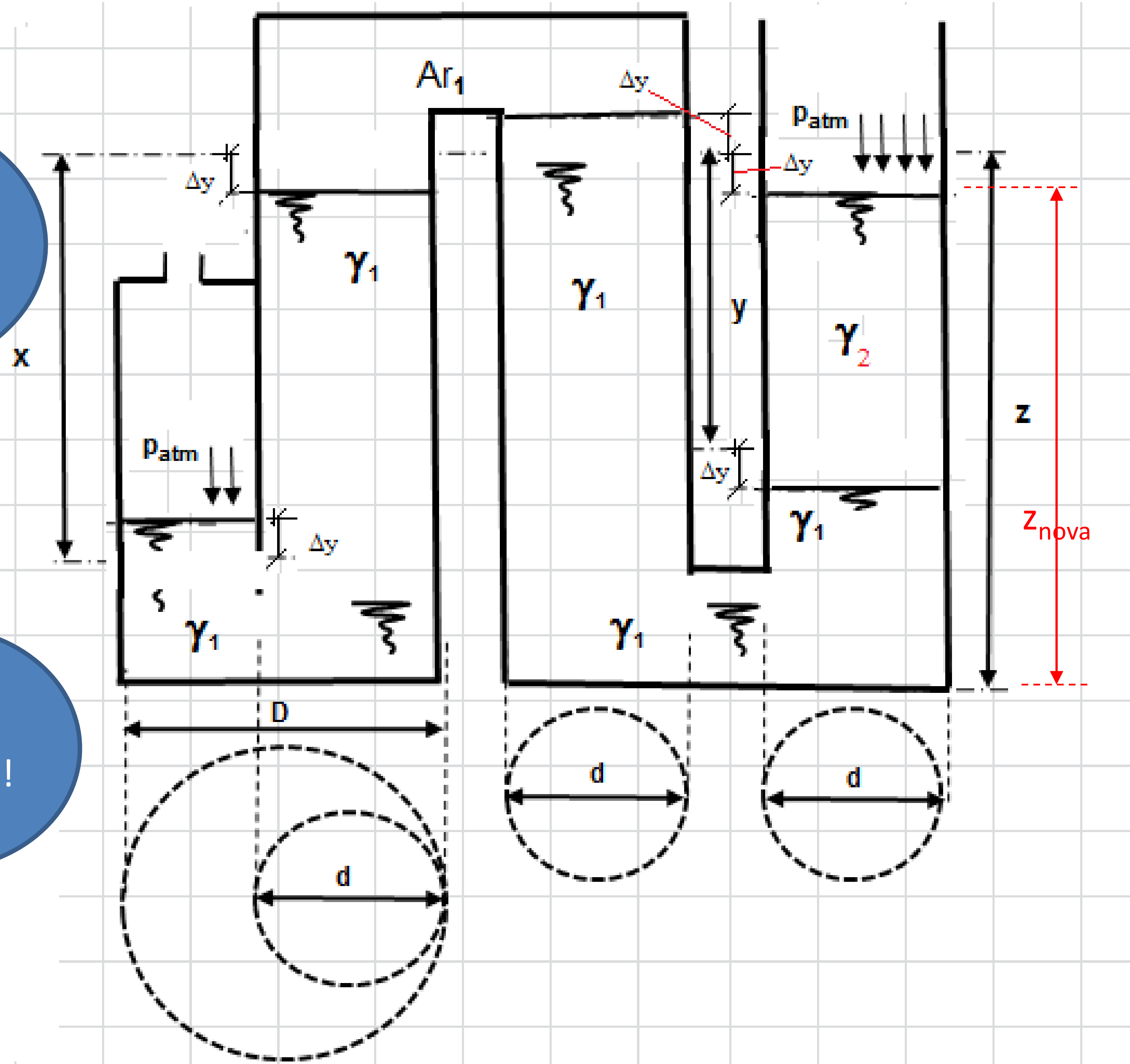
$$14000 + 2 \times 10000 = p_{ar_0}$$

$$p_{ar_0} = 34000\text{Pa} = 34\text{kPa}$$

c)

Retirando a rolha temos a situação descrita pela figura:

O Δp é negativo!



Pela equação manométrica, temos:

$$-\Delta p + 2 \times \Delta y \times \gamma_1 = 0$$

$$-4000 + 2 \times \Delta y \times 10000 = 0$$

$$\Delta y = \frac{4000}{20000} = 0{,}2\text{m}$$

$$\therefore z_{nova} = z - \Delta y = 2{,}5 - 0{,}2 = 2{,}3\text{m}$$

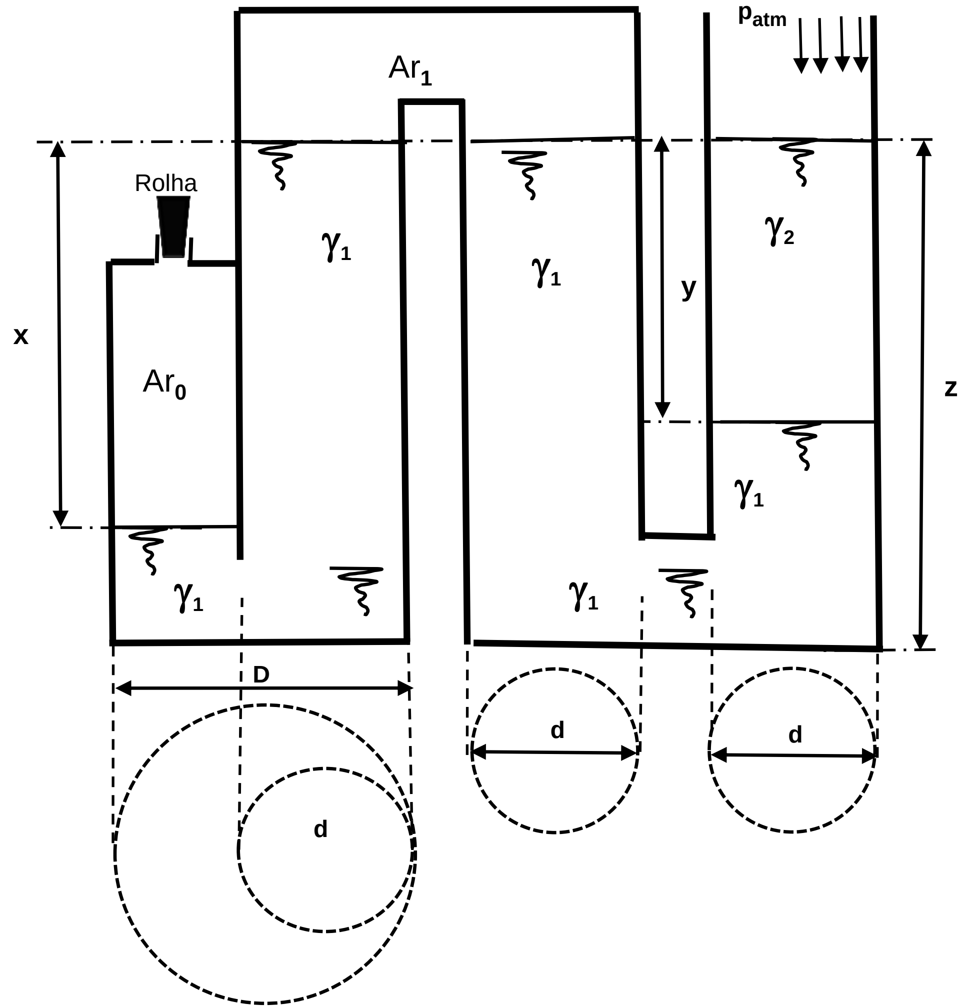

Vamos resolver o exercício agora
pensando como engenheiros.


A situação descrita pela figura é **impossível isto porque γ_1 é menor que γ_2!.**
O próximo slide viabiliza o problema!

Na figura os diâmetros são respectivamente : D = 75 cm e d = 50 cm.
As cotas : x = 2 m; y = 1,4 m e z = 2,5 m. **Os fluidos são de pesos específicos γ_1 = 20 N/L e γ_2 = 10 N/L**. Sendo a pressão atmosférica local igual a100KPa.

Pede-se:

a) A pressão do Ar_1 em KPa abs;
b) A pressão do Ar_0 em KPa;
c) Qual será a nova cota z, se ao retirar a rolha, ocorre uma variação na pressão do Ar_1 de 4 KPa ?




Continuando **sem pensar como engenheiros,** vamos aplicar a equação manométrica de (1) (2) com origem em (1):

a)

$$p_{ar_1} + y \times \gamma_1 - y \times \gamma_2 = p_{atm_{local}}$$

Na escala efetiva:

$$p_{ar_1} + 1{,}4 \times 20000 - 1{,}4 \times 10000 = 0$$

$$p_{ar_{1abs}} = p_{ar_1} + p_{atm_{local}} = -14 + 100 = 86\,kPa$$

b)

Aplicando a equação
manométrica de (3) a (4)
com origem em (3)

$$p_{ar_1} + x \times \gamma_1 = p_{ar_0}$$

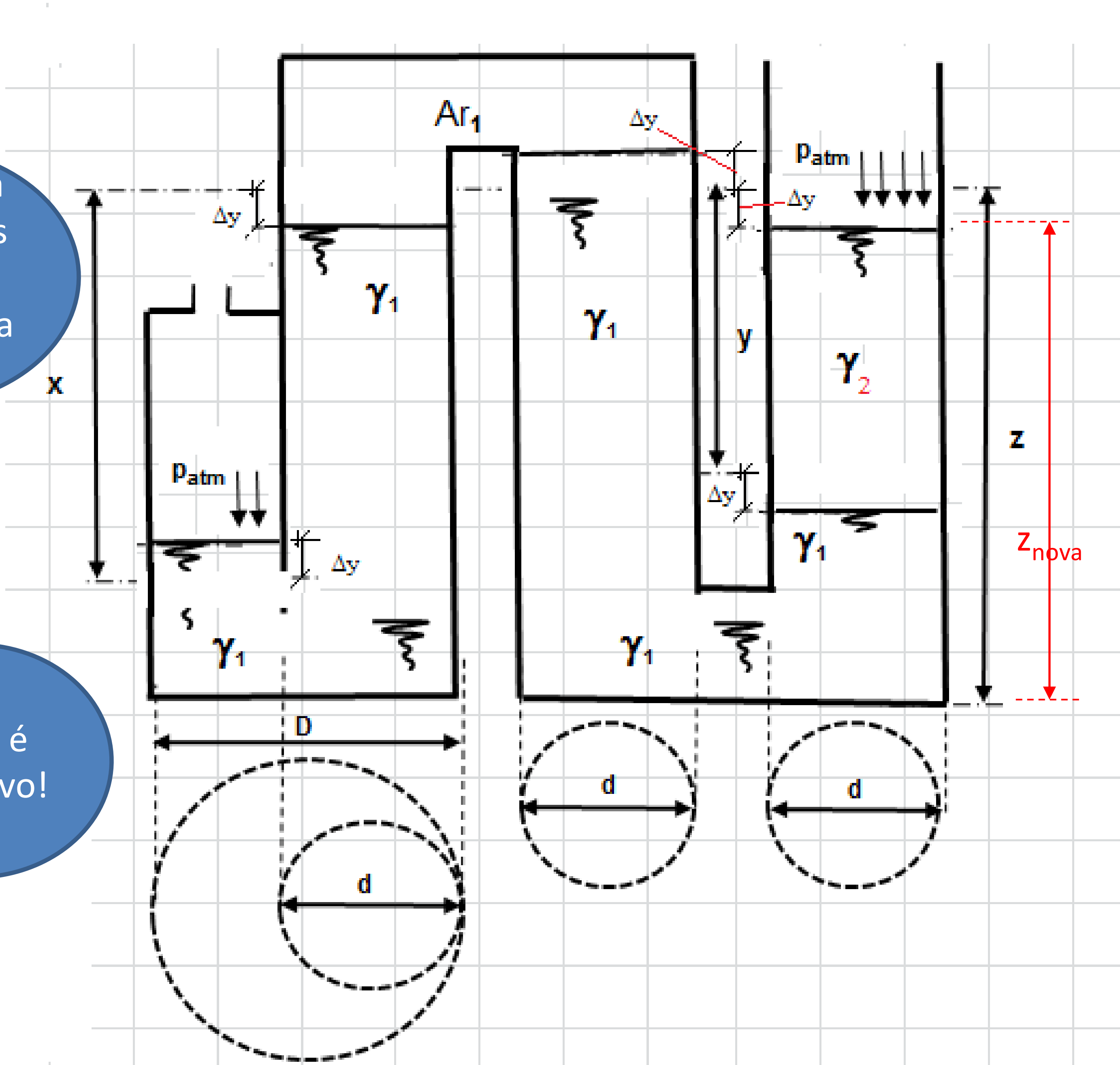
Na escala efetiva:

$$14000 + 2 \times 20000 = p_{ar_0}$$

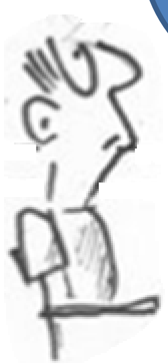
$$p_{ar_0} = 54000\,Pa = 54\,kPa$$

c)

Retirando a rolha temos a situação descrita pela figura:



O Δp é negativo!

Pela equação manométrica, temos:

$$-\Delta p + 2 \times \Delta y \times \gamma_1 = 0$$

$$-4000 + 2 \times \Delta y \times 20000 = 0$$

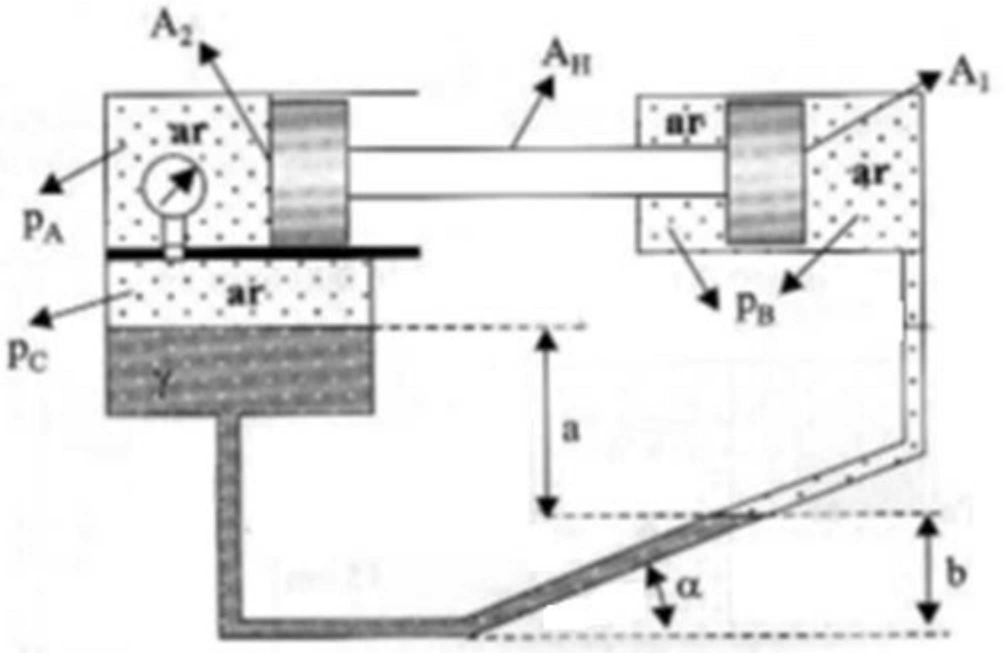
$$\Delta y = \frac{4000}{40000} = 0{,}1\text{m}$$

$$\therefore z_{nova} = z - \Delta y = 2{,}5 - 0{,}1 = 2{,}4\text{m}$$

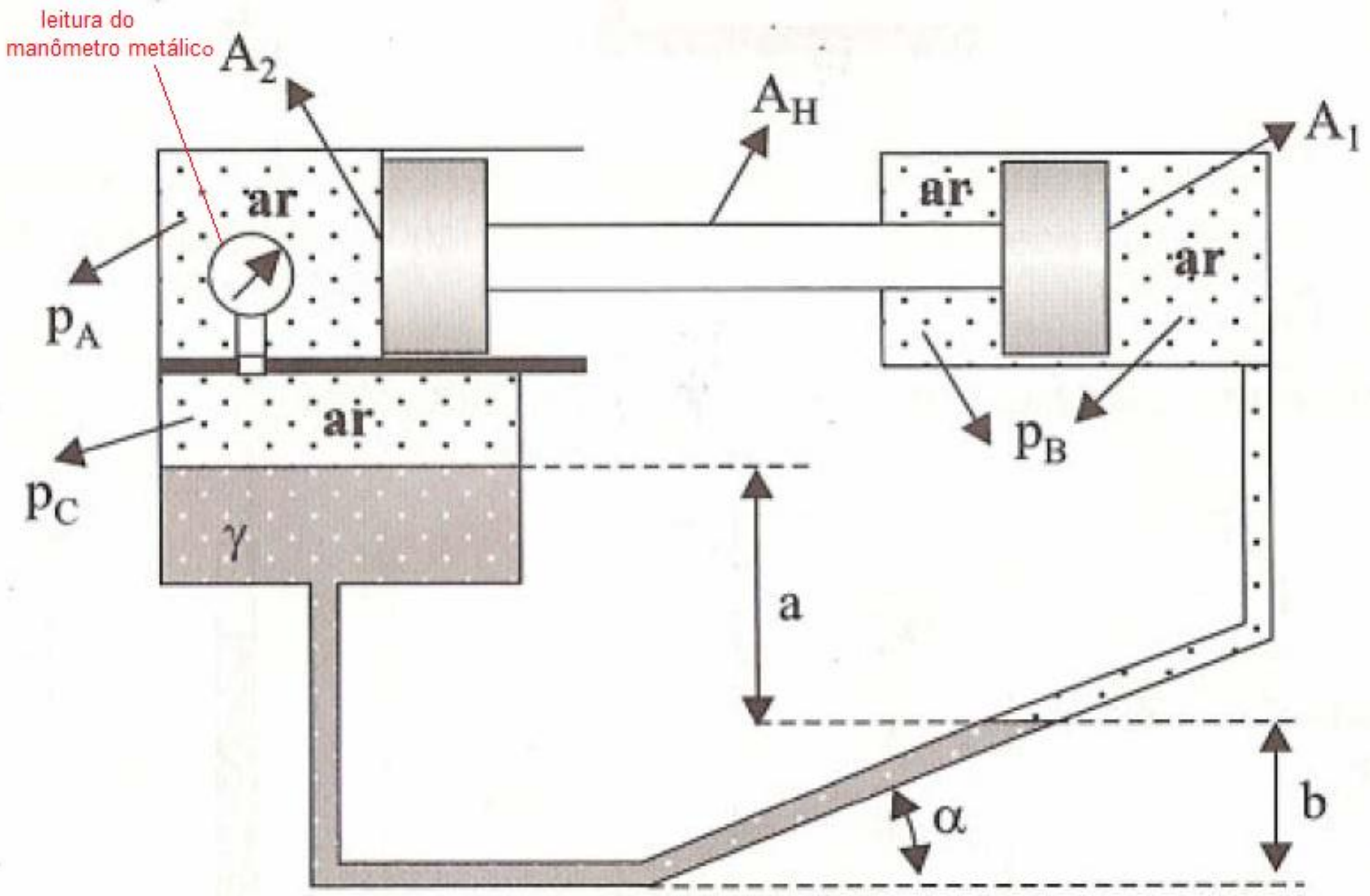
2.9

No dispositivo da figura, a leitura do manômetro é 30 kPa e a relação de áreas dos pistões é $A_2/A_1 = 2$.

A pressão atmosférica no local é 700 mmHg. Estando o sistema em equilíbrio, pede-se a pressão p_B na escala absoluta em mca. Dados: $\gamma = 27.000\ N/m^3$; a = 100 cm; b = 80 cm; $\gamma_{Hg} = 136.000\ N/m^3$; $\gamma_{H_2O} = 10.000\ N/m^3$; $A_1/A_H = 2$; $\alpha = 30°$.



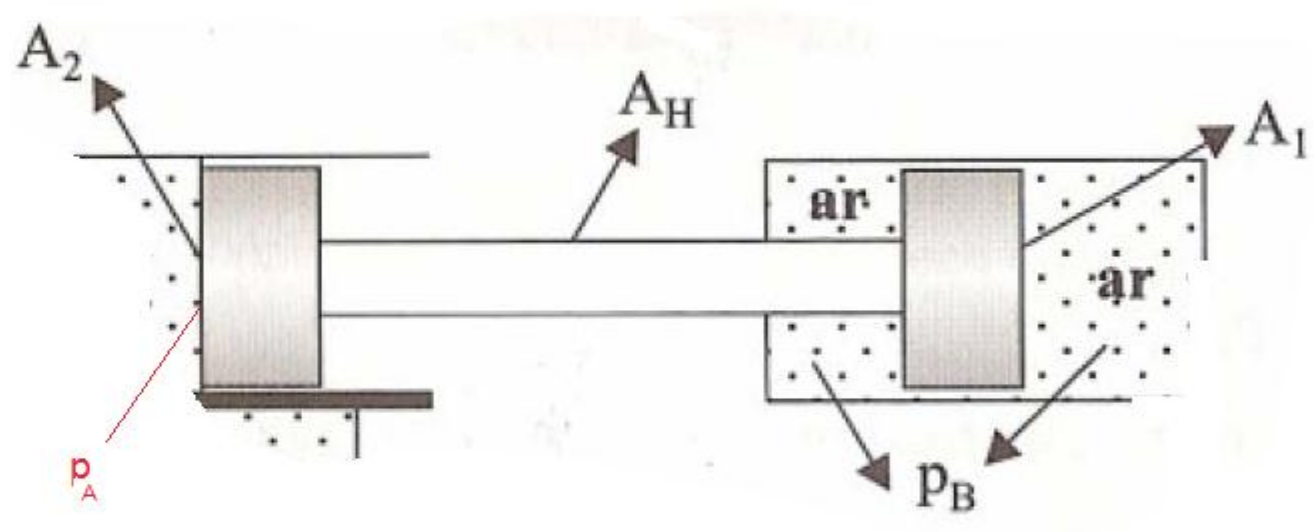
Resp.: $p_B = 17{,}12$ mca (abs)



$$p_m = (p_{entra} - p_{externa})_{no\_aparelho}$$

$$30000 = p_c - p_A \rightarrow (1)$$

O sistema representado a seguir está em repouso



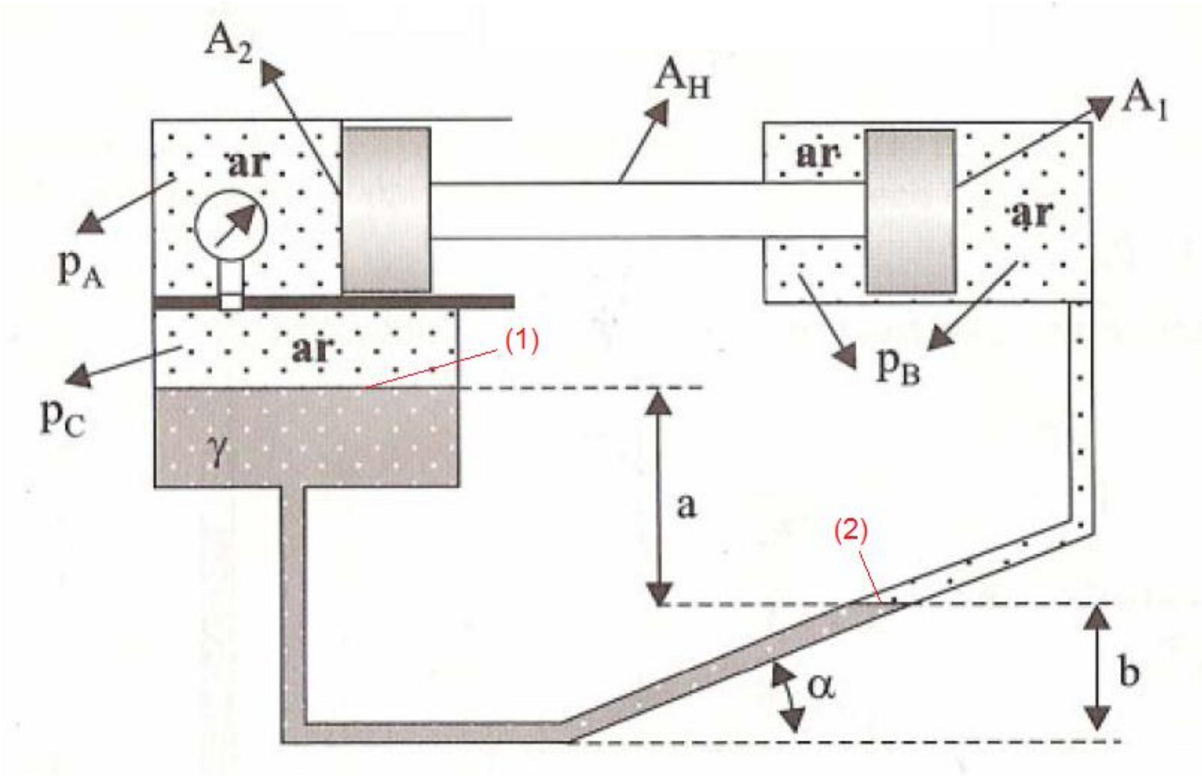
$$p_A \times A_2 = p_B \times A_1 - p_B \times (A_1 - A_H) \therefore p_A \times A_2 = p_B \times A_H \rightarrow (2)$$

Como:

$$\frac{A_2}{A_1} = 2 \text{ e } \frac{A_1}{A_H} = 2, \text{temos}: \frac{A_2}{A_1} \times \frac{A_1}{A_H} = 4 \therefore A_2 = 4 \times A_H \rightarrow (3)$$

$$\text{De (3) em (2)}: p_B = 4 \times p_A \rightarrow (4)$$

Através da equação manométrica de (1) a (2) com origem em (1):



$$p_C + \gamma \times a = p_B$$

$$p_C = p_B - 27000 \rightarrow (5)$$

Com as equação (1), (4) e (5):

$$p_C - p_A = 30000 \rightarrow (1)$$

$$p_C = p_B - 27000 \rightarrow (5)$$

$$p_B - 27000 - p_A = 30000 \therefore p_B - p_A = 57000$$

$$P_A = \frac{p_B}{4} \therefore p_B - \frac{p_B}{4} = 57000 \Rightarrow p_B = 76000\text{Pa}$$

$$p_{B_{abs}} = p_B + p_{atm_{local}} = 76000 + 0{,}7 \times 136000$$

$$p_{B_{abs}} = 171200\text{Pa} = \gamma_{água} \times h_{água}$$

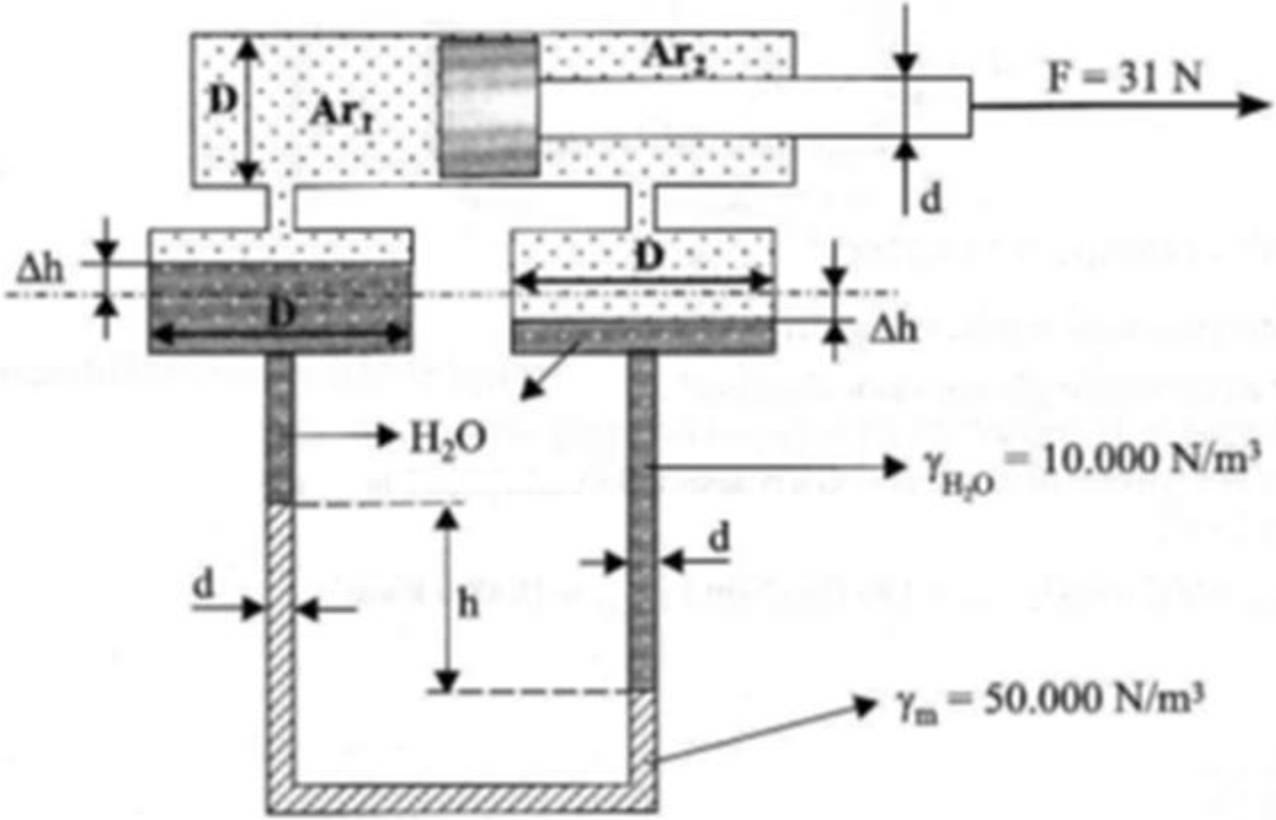
$$h_{água} = \frac{171200}{10000} = 17{,}12\text{mca}(\text{abs})$$

2.13 Na figura a seguir, o sistema está em equilíbrio estático. Pede-se:

a) p_{ar1} em mmHg (abs);

b) p_{ar2} em mca.

Dados: $D = 71{,}4$ mm; $d = 35{,}7$ mm; $h = 400$ mm; $p_{atm} = 684$ mmHg; $\gamma_{Hg} = 136.000$ N/m³; para $F = 0 \Rightarrow h = 0$.



$$\text{a)}\quad p_{ar_1}\frac{\pi D^2}{4}+F=p_{ar_2}\frac{\pi}{4}\left(D^2-d^2\right)$$

$$p_{ar_1}\frac{\pi\times 0{,}0714^2}{4}+31=p_{ar_2}\frac{\pi}{4}\left(0{,}0714^2-0{,}0357^2\right)$$

$$4\times 10^{-3}p_{ar_1}+31=3\times 10^{-3}p_{ar_2}\qquad (1)$$

$$p_{ar_1}+2\gamma_{H_2O}\Delta h+\gamma_m h-\gamma_{H_2O}h=p_{ar_2}$$

$$\Delta h\frac{\pi D^2}{4}=\frac{h}{2}\frac{\pi d^2}{4}\quad\rightarrow\quad \Delta h=\frac{h}{2}\left(\frac{d}{D}\right)^2=\frac{0{,}4}{2}\left(\frac{35{,}7}{71{,}4}\right)^2=0{,}05\,\text{m}$$

$$p_{ar_1}\times 2\times 10.000\times 0{,}05+50.000\times 0{,}4-10.000\times 0{,}4=p_{ar_2}$$

$$p_{ar_1}+17.000=p_{ar_2}$$

$$\text{Substituindo na (1)}:\quad 4\times 10^{-3}p_{ar_1}+31=3\times 10^{-3}\left(p_{ar}+17.000\right)$$

$$p_{ar_1}=20.000\text{Pa}=\frac{20.000}{136.000}=0{,}147\,\text{m}=147\,\text{mmHg}$$

$$p_{ar_{1abs}}=147+684=831\text{mmHg}(\text{abs})$$

$$\text{b)}\quad p_{ar_2}=p_{ar_1}+17.000=20.000+17.000=37.000\text{Pa}$$

$$p_{ar_2}=\frac{37.000}{10.000}=3{,}7\,\text{mca}$$


Se desejar ver mais exercícios da bibliografia básica entre:

http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/aulasfei/quarta_aula_22006_cap2.pdf

Vejam os exercícios resolvidos do material do Alemão

http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/metademecflubas.htm

Agora é só estudar!

Vejam os exercícios extra do material do Alemão

http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/gabaritos.htm

Agora é só estudar!