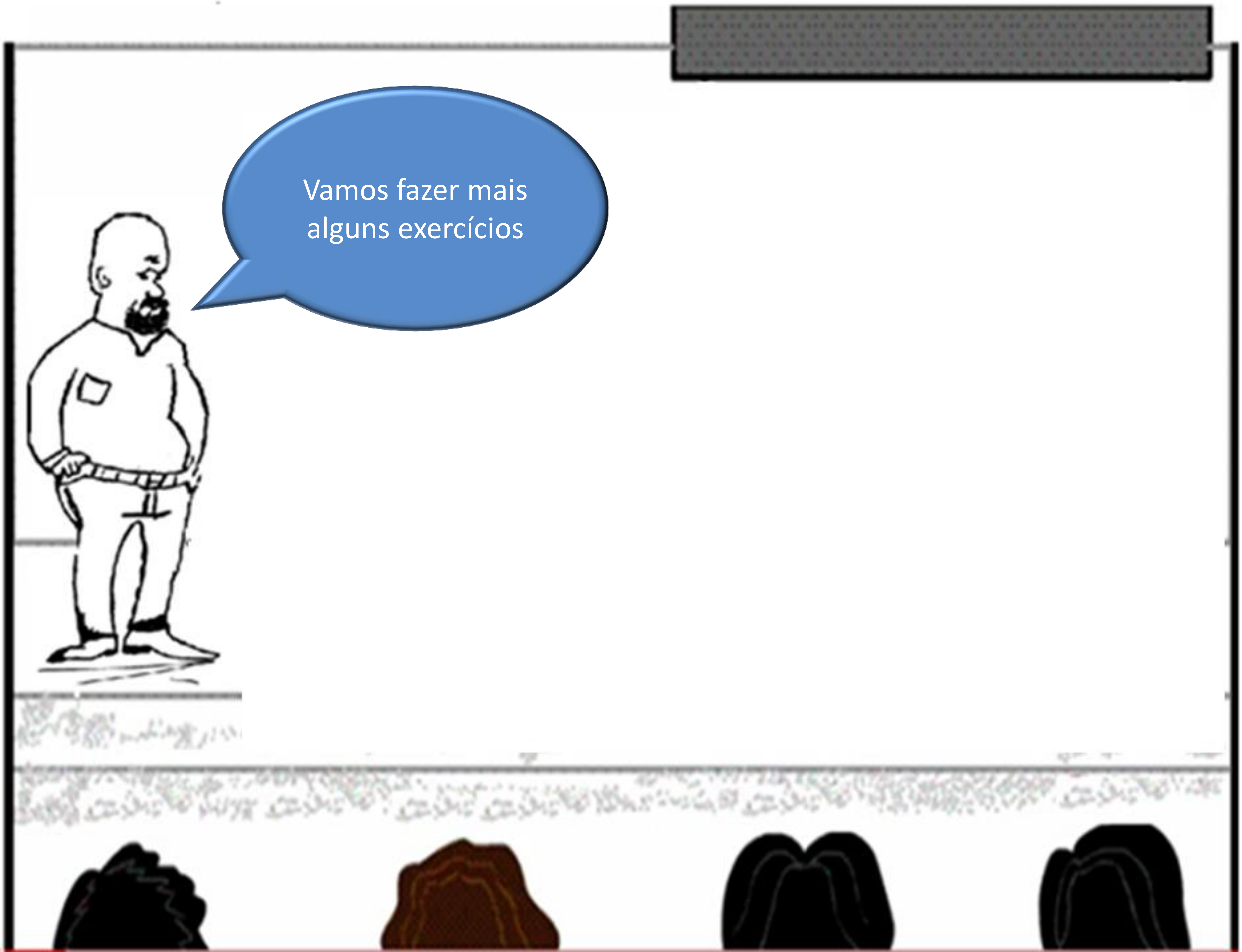
Quarta aula de laboratório de ME4310

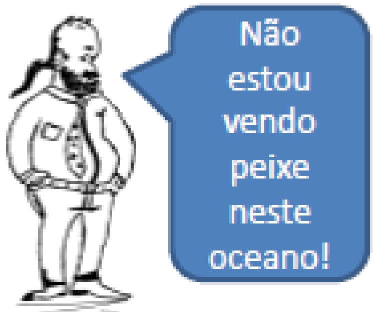
Segundo semestre de 2014


Please save water
Mas não esqueçam do
meio e de seus habitantes

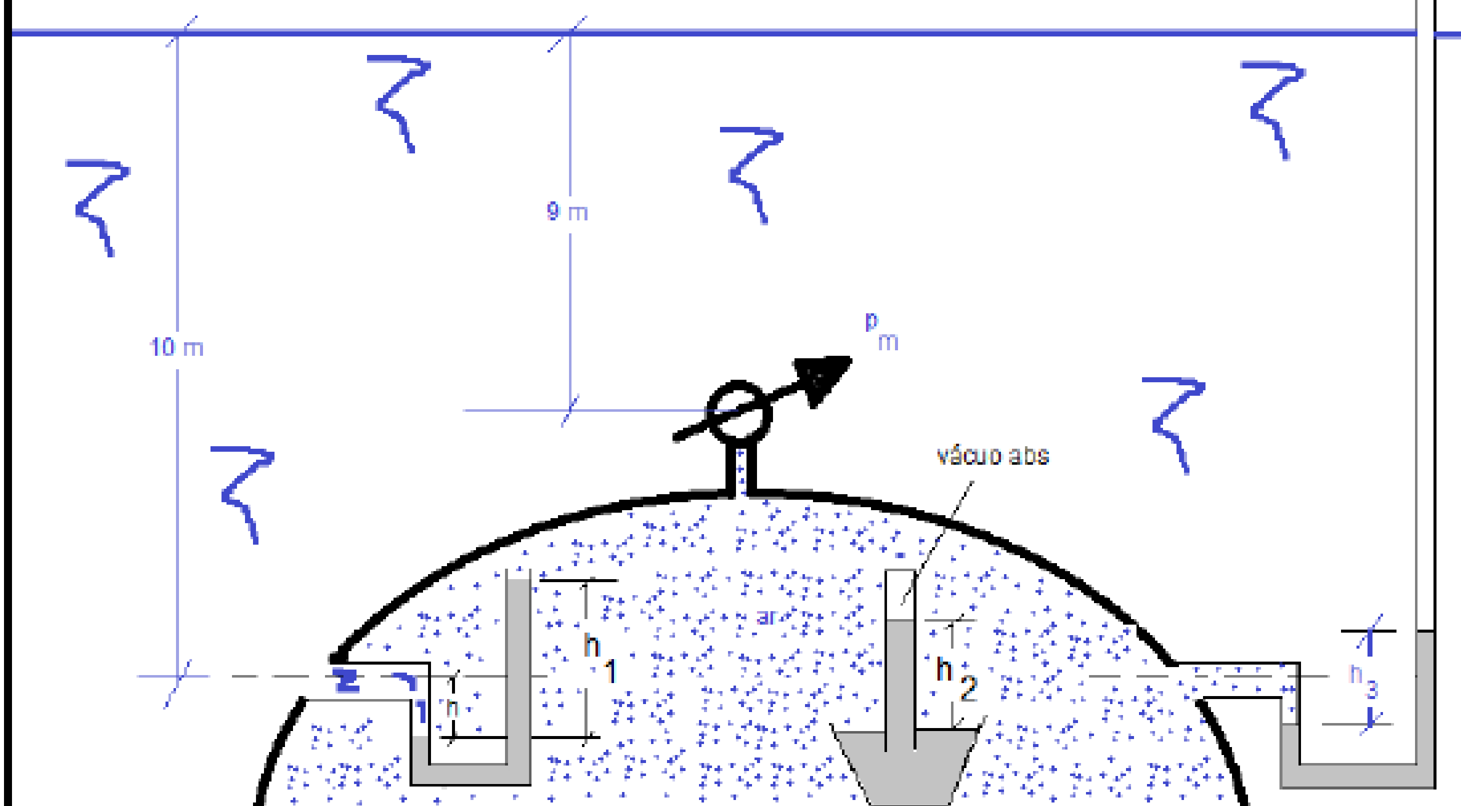

Vamos fazer mais alguns exercícios

Uma cúpula de aço cheia de ar está a de 13 metros de profundidade no oceano. No interior da cúpula, que encontra-se totalmente isolada, tem-se um barômetro que indica h_2 = 765 mmHg.
Instalou-se na cúpula dois manômetros diferenciais em U, sendo um interno que registra um desnível h_1 = 745 mmHg e outro externo que registra um desnível a h_3 de mmHg.
Pede-se determinar:

a. a pressão atmosférica local;
b. A pressão do ar no interior da cúpula;
c. A leitura manométrica;
d. o desnível h_3.



Dados: $h = 260\,\text{mm};\ \gamma_{Hg} = 13600\dfrac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ e $\gamma_{\text{água}_{\text{oceano}}} = 1010\dfrac{\text{kgf}}{\text{m3}}$

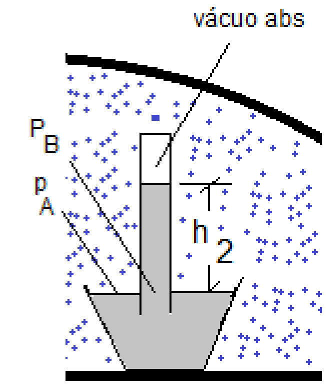


b

Iniciamos pelo item b), ou seja, pela leitura do barômetro

$$p_A = p_B \Rightarrow p_{ar} = 0{,}765 \times 13600$$

$$\therefore p_{ar} = 10404 \frac{kgf}{m^2} (abs)$$



a

Para o item a), nós evocamos o teorema de Stevin e o aplicamos no manômetro diferencial interno:

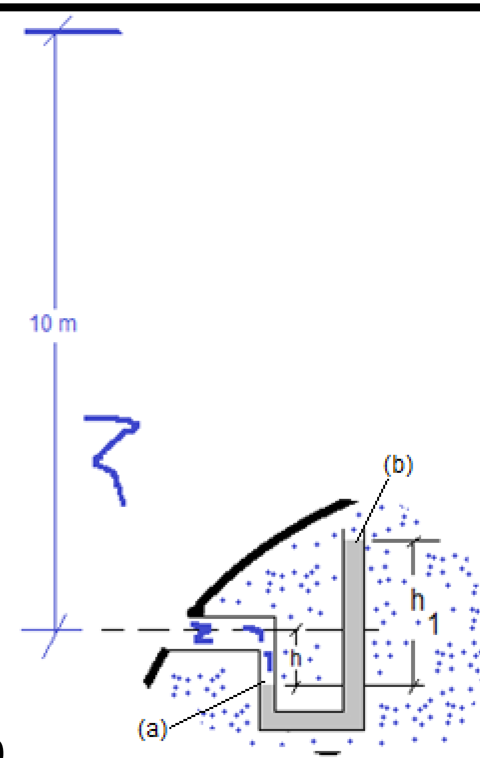
$$p_a - p_b = \gamma_{Hg} \times h_1$$

$$p_a = p_{atm} + 10 \times 1010 + 0{,}26 \times 1010$$

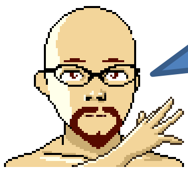
$$p_b = p_{ar} = 10404 \frac{N}{m^2}$$

$$\therefore p_{atm} + 10 \times 1010 + 0{,}26 \times 1010 - 10404 = 0{,}745 \times 13600$$

$$\therefore p_{atm} = 10173{,}4 \frac{kgf}{m^2}$$



c



NESTE ITEM EVOCA-SE A LEITURA DE UM MANÔMETRO METÁLICO TIPO BOURDON, NO CASO UM VACUÔMETRO.

$$p_m = p_{int} - p_{ext}$$

$$p_m = (10404 - 10173{,}4) - 9 \times 1010$$

$$\therefore p_m = -8859{,}4 \frac{kgf}{m^2}$$

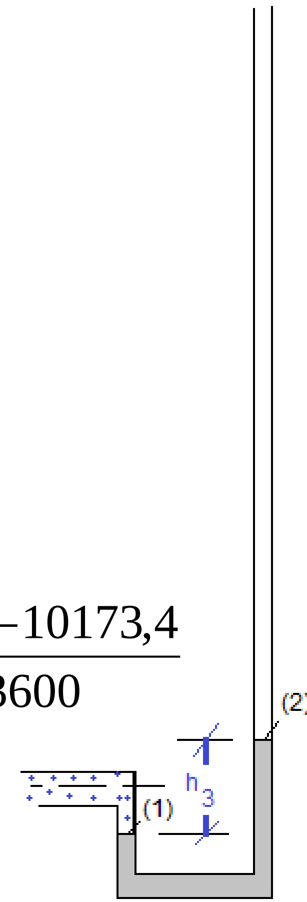
d

No item d), nós evocamos o teorema de Stevin e o aplicamos no manômetro diferencial externo:

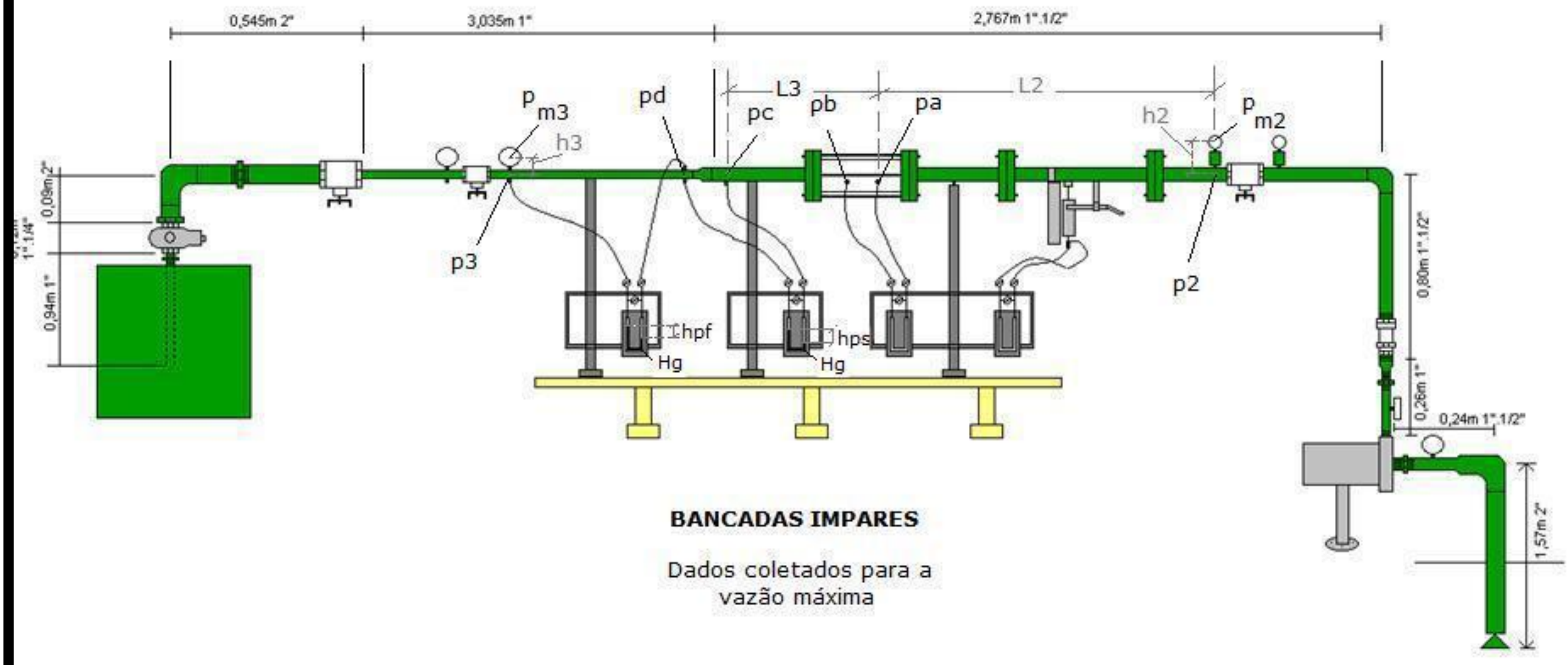
$$p_1 - p_2 = h_3 \times \gamma_{Hg} \therefore p_{ar} - p_{atm} = h_3 \times \gamma_{Hg}$$

$$10404 - 10173{,}4 = h_3 \times 13600 \therefore h_3 = \frac{10404 - 10173{,}4}{13600}$$

$$h_3 \cong 17mm$$



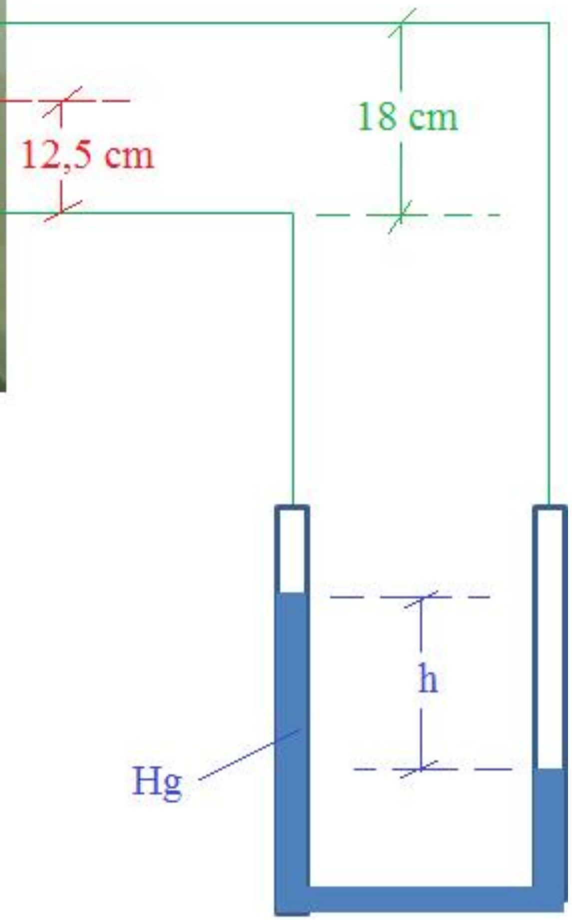
Para uma dada vazão na bancada, pede-se especificar o desnível do fluido manométrico que será utilizado no manômetro diferencial em forma de U que será instalado entre a entrada e saída da bomba.



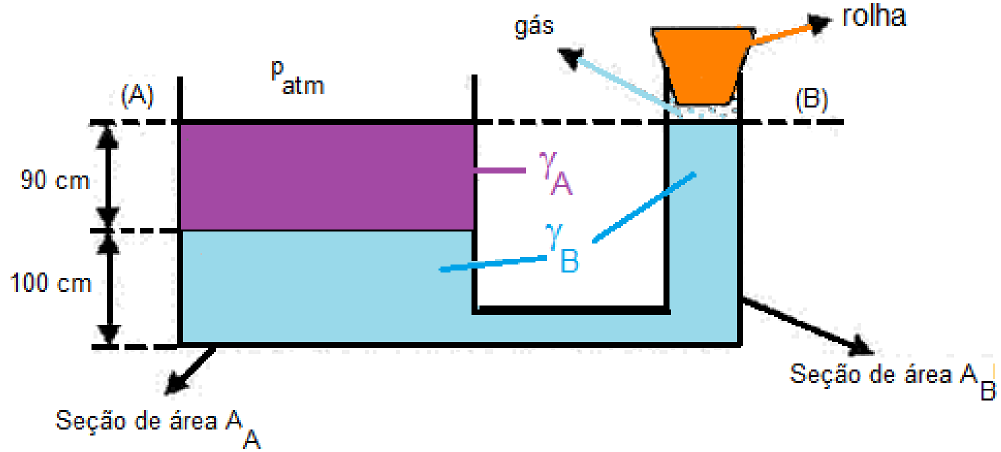
Dados:

p_{me} = -210 mm Hg ; p_{ms} = 300 kPa;

ρ_{Hg} = 13534 kg/m³ e $\rho_{água}$ = 998 kg/m³



O recipiente da figura apresenta os fluidos (A) e (B) no mesmo nível superior. Ao retirar a rolha, o nível (B) desce e o nível (A) sobe. Na nova posição de equilíbrio o desnível entre (A) e (B) é de 10 cm. Pergunta-se:



a) Qual o peso específico γ_B ?

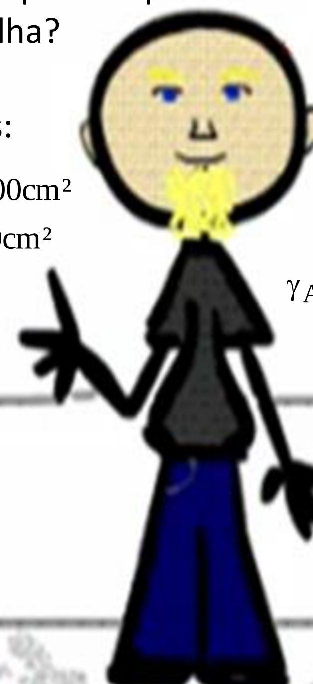
b) Qual a pressão em kPa sobre o fluido (B) antes de retirar a rolha?

c) Qual a nova cota do fluido (B), em relação ao fundo do recipiente após a retirada da rolha?

Dados:

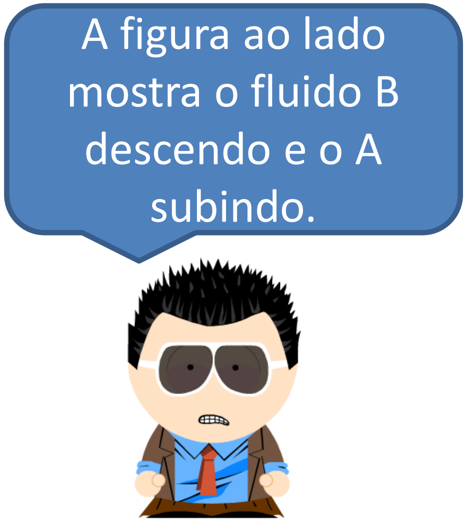
$$A_A = 200 cm^2$$

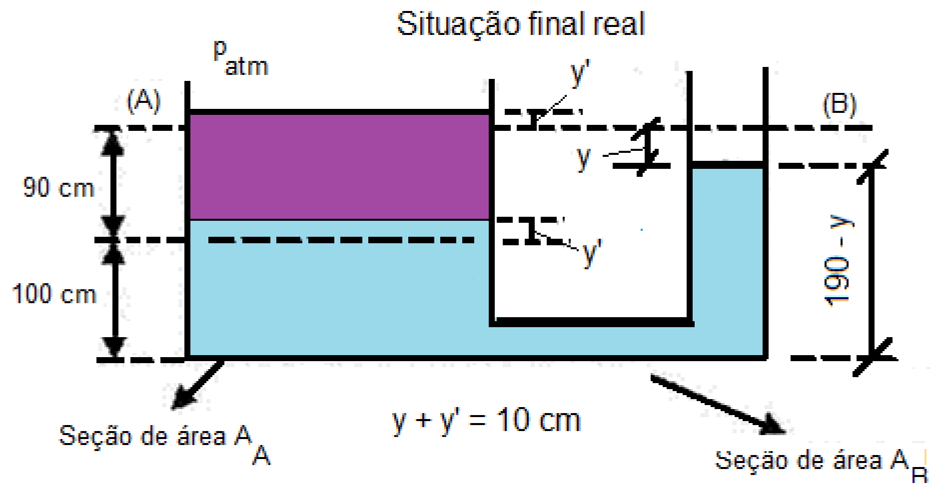
$$A_B = 50 cm^2$$



Dado:

$$\gamma_A = 10^4 \frac{N}{m^3}$$





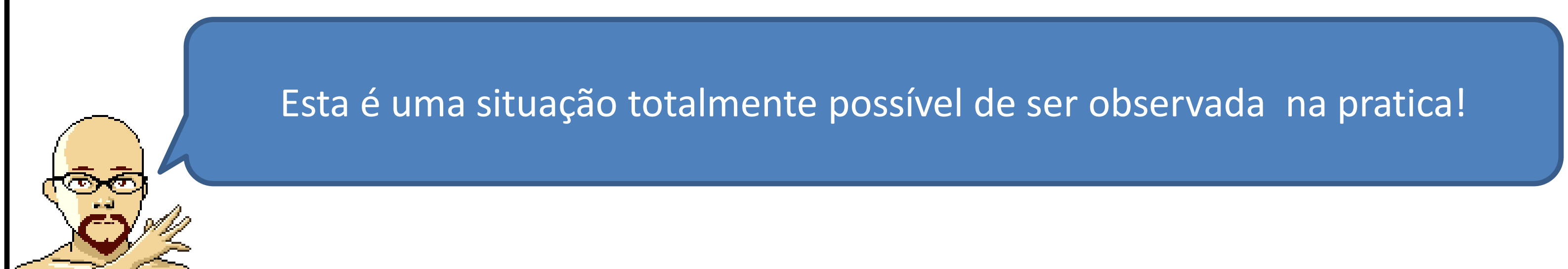
fluido (A) = 10000N/m³

Fluido B = γ_B

$$y' \times 200 = y \times 50 \therefore y = 4y' \therefore 4y' + y' = 10 \Rightarrow y' = 2\text{cm}$$

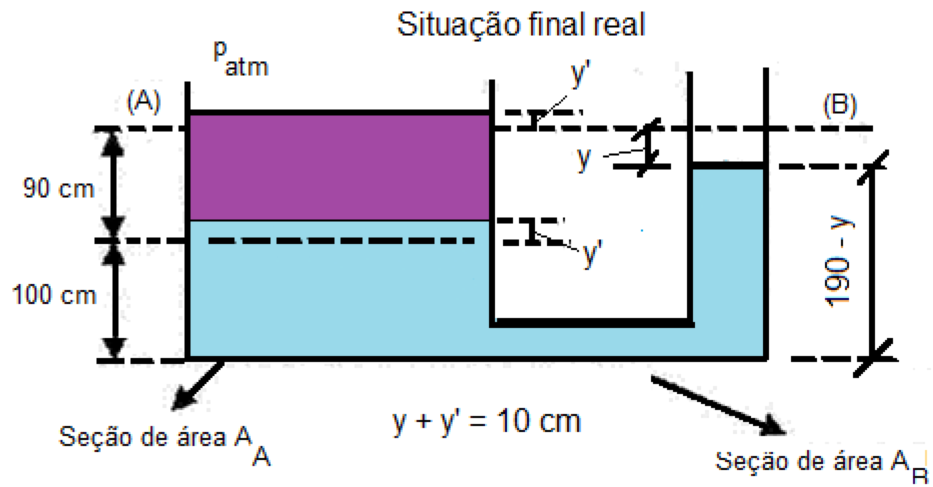
$$y + y' = 10 \Rightarrow y = 10 - 2 = 8\text{cm}$$

$$0{,}9 \times 10000 + 1{,}02 \times \gamma_B - 1{,}82 \times \gamma_B = 0 \therefore \boxed{\gamma_B = 11250 \frac{N}{m^3}}$$



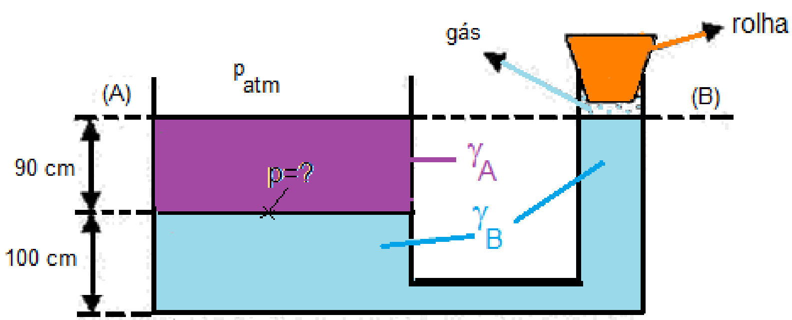
c

$$z_{final} = 190 - y = 190 - 8 = 182\text{cm}$$

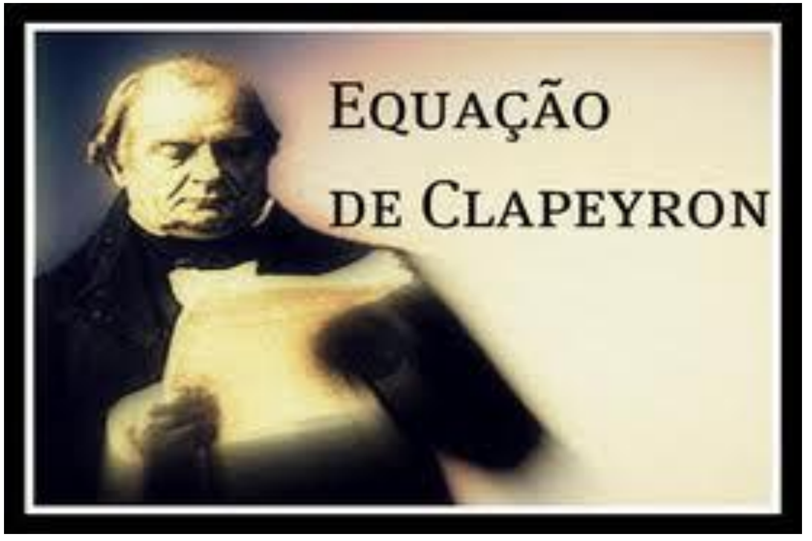


b

$$p_{atm} + 0{,}9 \times 10000 - 0{,}9 \times 11250 = p_{gás} \therefore p_{gás} = -1125\text{Pa} = -1{,}125\text{kPa}$$




Determinação da massa específica de um gás, tanto em sistemas fechados como em sistemas abertos.
Para isto, evocamos a equação de Clapeyron.



Físico e engenheiro civil francês, Benoit-Pierre-Émile CLAPEYRON

$$pV = nRT$$

p = pressão absoluta do gás que no SI será em N/m² ou Pa

V = volume do gás no SI em m³

n = número de mols = m/M, onde m = massa e M = massa molecular do gás

R = constante universal do gás que no SI seria em J/(mol x K)

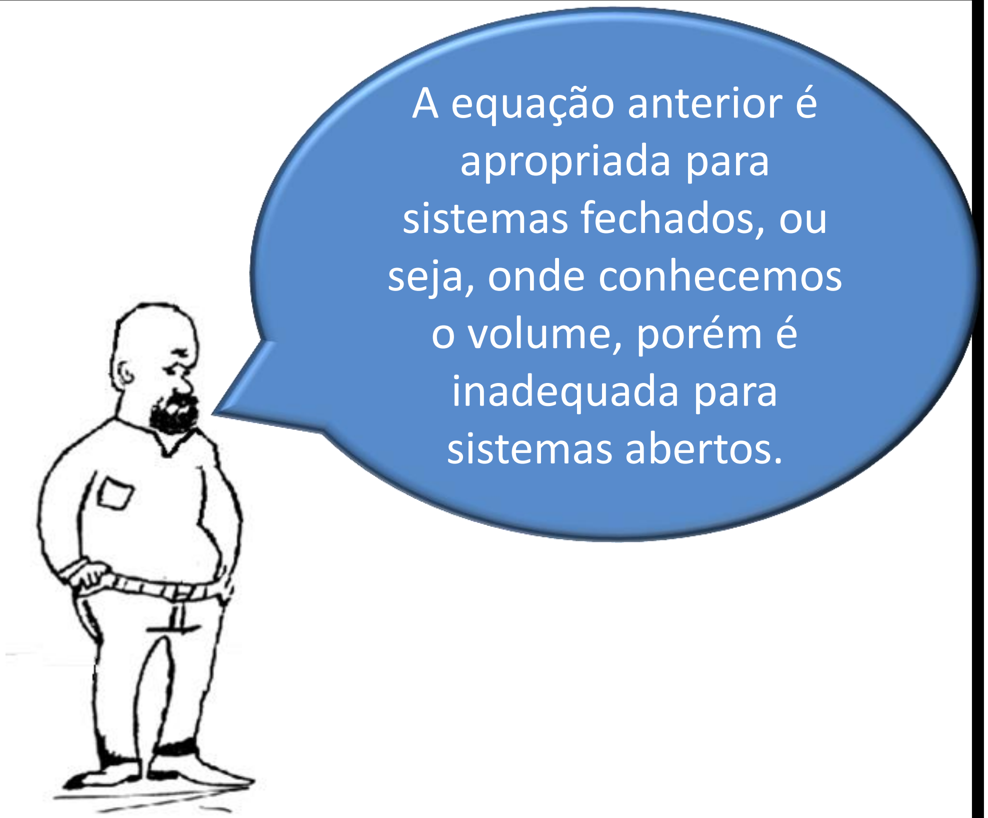
T = temperatura na escala absoluta, ou seja, Kelvin, onde $t_K = t_C + 273{,}15$ (ou 273)

$$R = 8{,}314\,\frac{J}{mol \times K} = 8{,}314 \times 10^{7}\,\frac{erg}{mol \times K} = 0{,}082\,\frac{atm \times L}{mol \times K}$$

$$R = 62{,}3\,\frac{mmHg \times L}{mol \times K} = 1{,}98\,\frac{cal}{mol \times K}$$

1. Qual é o volume ocupado por um mol de gás perfeito submetido à pressão de 5000N/m² (abs), a uma temperatura igual a 50°C?

Resposta: V = 537,1 L



Alteração da equação de Clapeyron para sistema aberto.

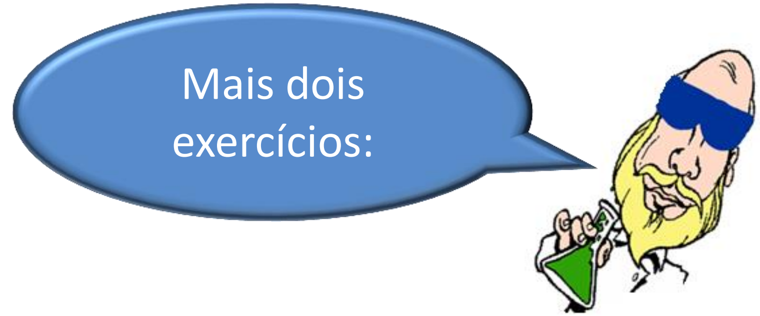
$$p \times V = n \times R \times T$$

$$p \times V = \frac{m}{M} \times R \times T$$

$$p \times \frac{V}{m} = \frac{R}{M} \times T$$

$$\frac{p}{\rho} = R_{gás} \times T$$

$$R_{ar} = 287 \frac{m^2}{s^2 K} = 287 \frac{J}{kg \times K}$$



Algumas companhias tabagistas já foram acusadas de adicionarem amônia aos cigarros, numa tentativa de aumentar a liberação de nicotina, o que fortalece a dependência. Suponha que uma amostra de cigarro libere 2,0 mol de amônia, a 27°C e 1 atm. (Dado: R = 0,082 atm × L / K x mol).

O volume de NH_3 gasoso, em mL, será, aproximadamente

(A) 492; (B) 4,92; (C) 0,492; (D) 0,0492; (E) 0,00492

Num recipiente de 41 litros são colocados 5,0 mols de um gás perfeito à temperatura de 300 K. Qual a pressão exercida pelo gás nessas condições? (R = 0,082 atm · L/K · mol)

Determine o peso específico do ar quando o mesmo encontra-se em um local onde a pressão absoluta igual a 700 mmHg e está a uma temperatura de 30⁰C.

Dado:

$$R_{ar} = 287 \frac{m^2}{s^2 \times K}$$

$$p \times V = n \times R \times T$$

$$p \times V = \frac{m}{M} \times R \times T$$

$$p \times \frac{V}{m} = \frac{R}{M} \times T \Rightarrow \frac{p}{\rho} = R_{gas} \times T$$

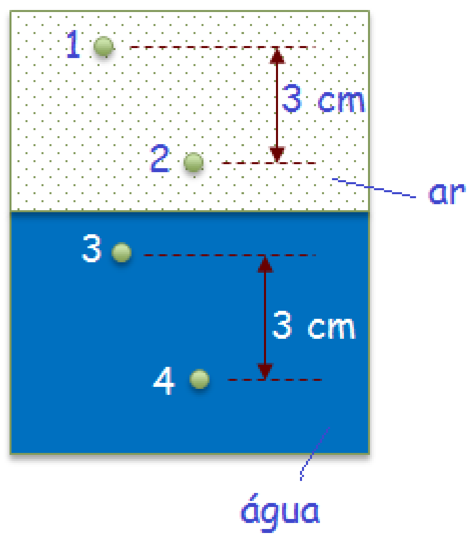
Resolvendo:

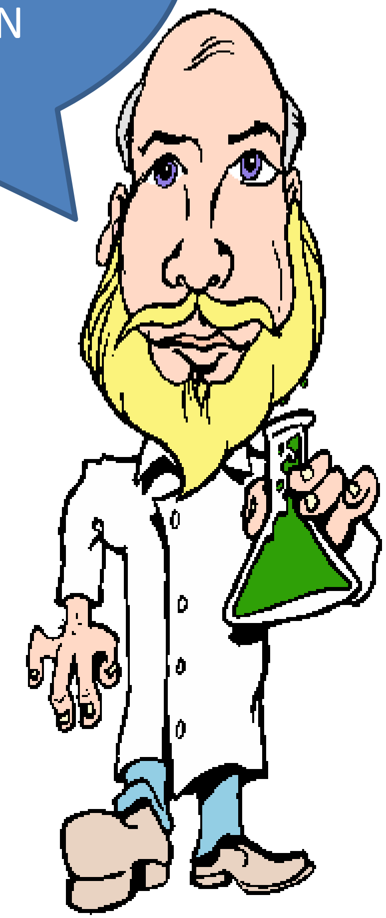
$$p_{atm} = \frac{101234 \times 700}{760} \cong 93241{,}8\,Pa$$

$$\frac{93241{,}8}{\rho_{ar}} = 287 \times (30 + 273{,}15)$$

$$\rho_{ar} = \frac{93241{,}8}{287 \times 303{,}15} \cong 1{,}1 \frac{N \times s^2}{m^4} \left(\frac{kg}{m^2}\right)$$

$$\gamma_{ar} = \rho_{ar} \times g = 1{,}1 \times 9{,}8 \cong 10{,}8 \frac{N}{m^3}$$





$$p_2 - p_1 = \gamma_{ar} \times (h_2 - h_1)$$

$$p_2 - p_1 = 10,8 \times 0,03 \cong 0,924 \frac{N}{m^2} (\text{ou Pa})$$

$$p_4 - p_3 = \gamma_{agua} \times (h_4 - h_3)$$

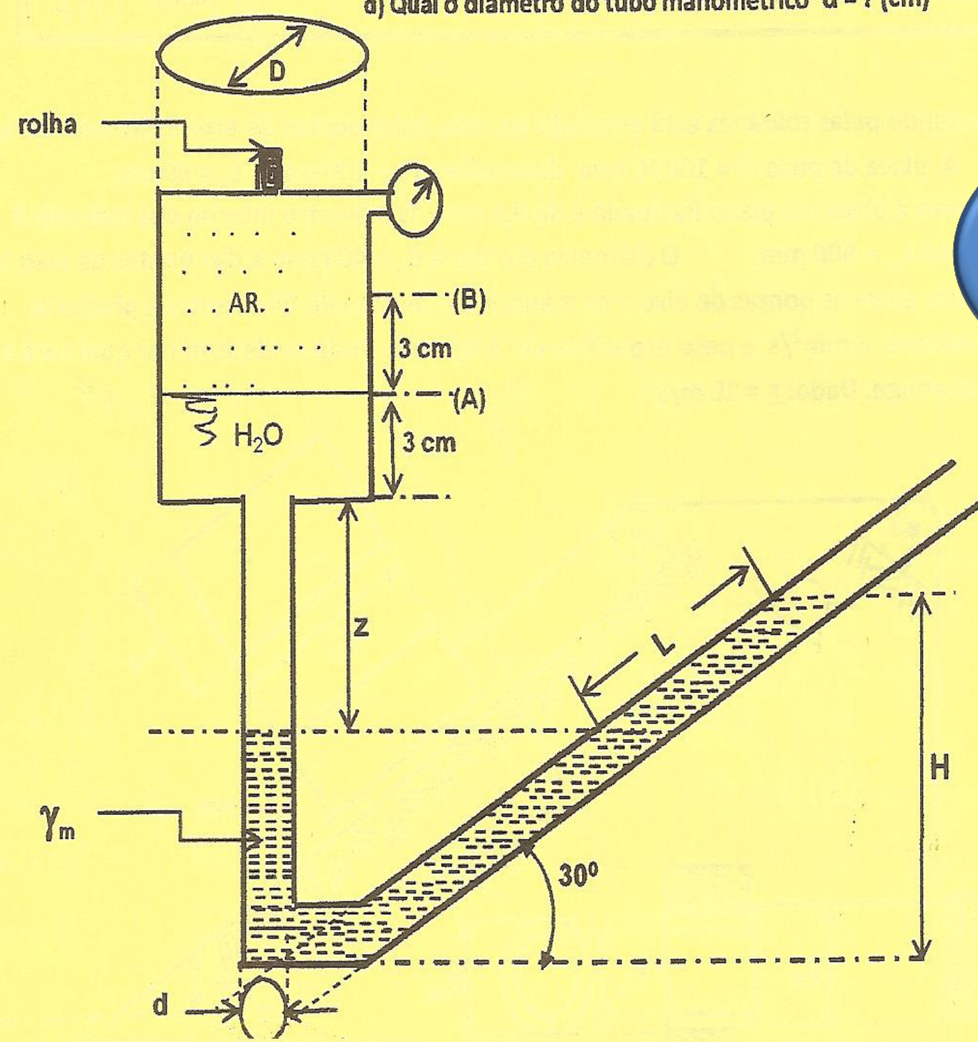
$$p_4 - p_3 = 10000 \times 0,03 \cong 300 \frac{N}{m^2} (\text{ou Pa})$$

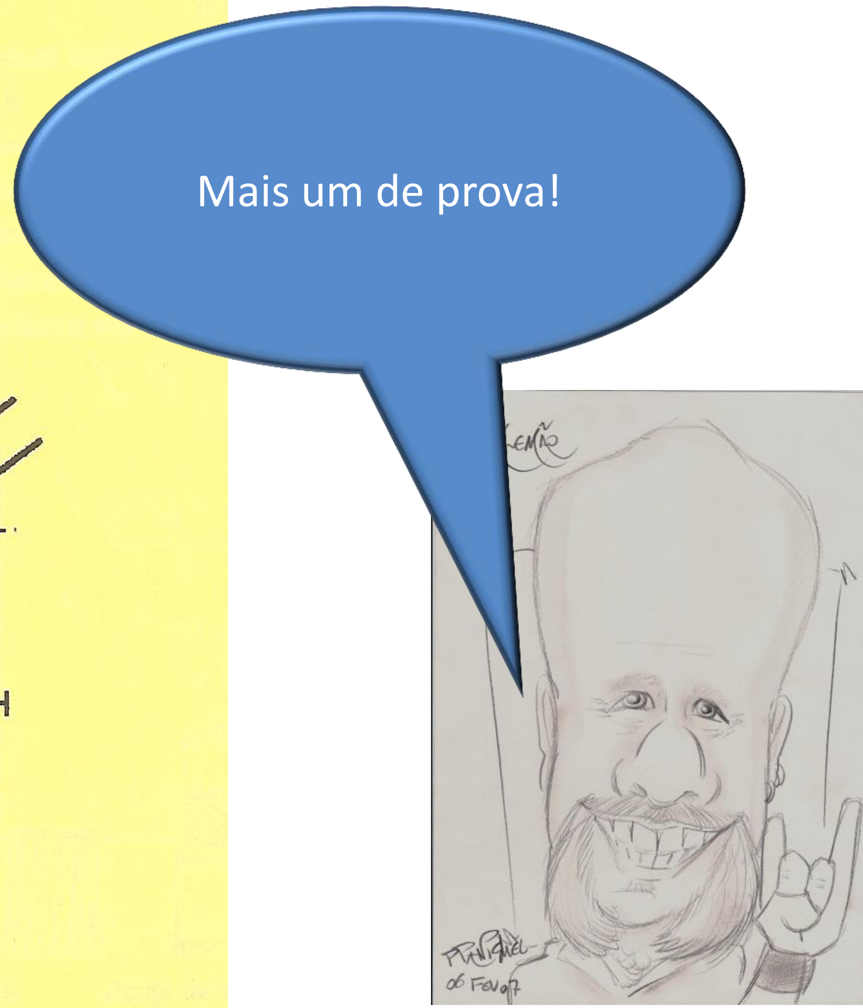
Podemos constatar que a diferença de pressão no ar não seria lida, já a diferença na água seria. Por este motivo em instrumentação é comum .se considerar a pressão de um gás como sendo constante, para não se esquecer desta informação lembre-se da calibração de um pneu em um posto de gasolina.

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)

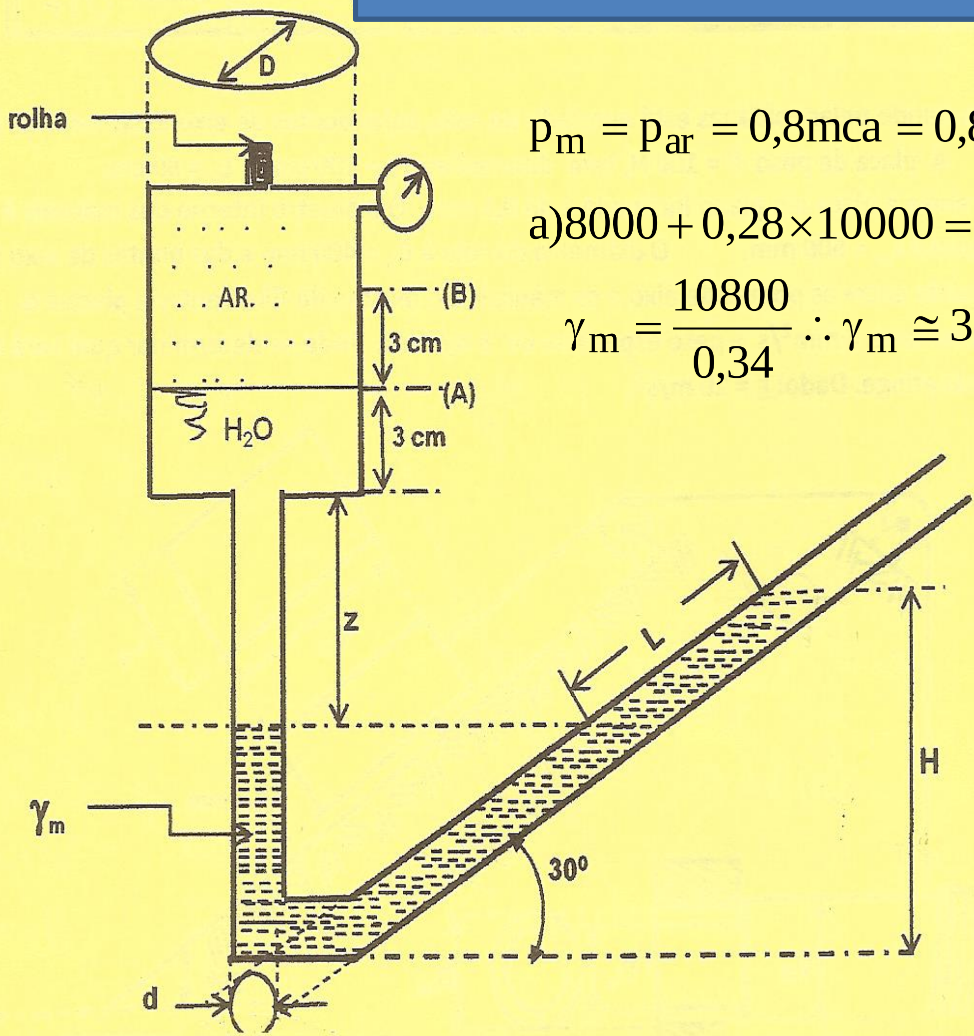




Q_2 (tipoB)

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 =?



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

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

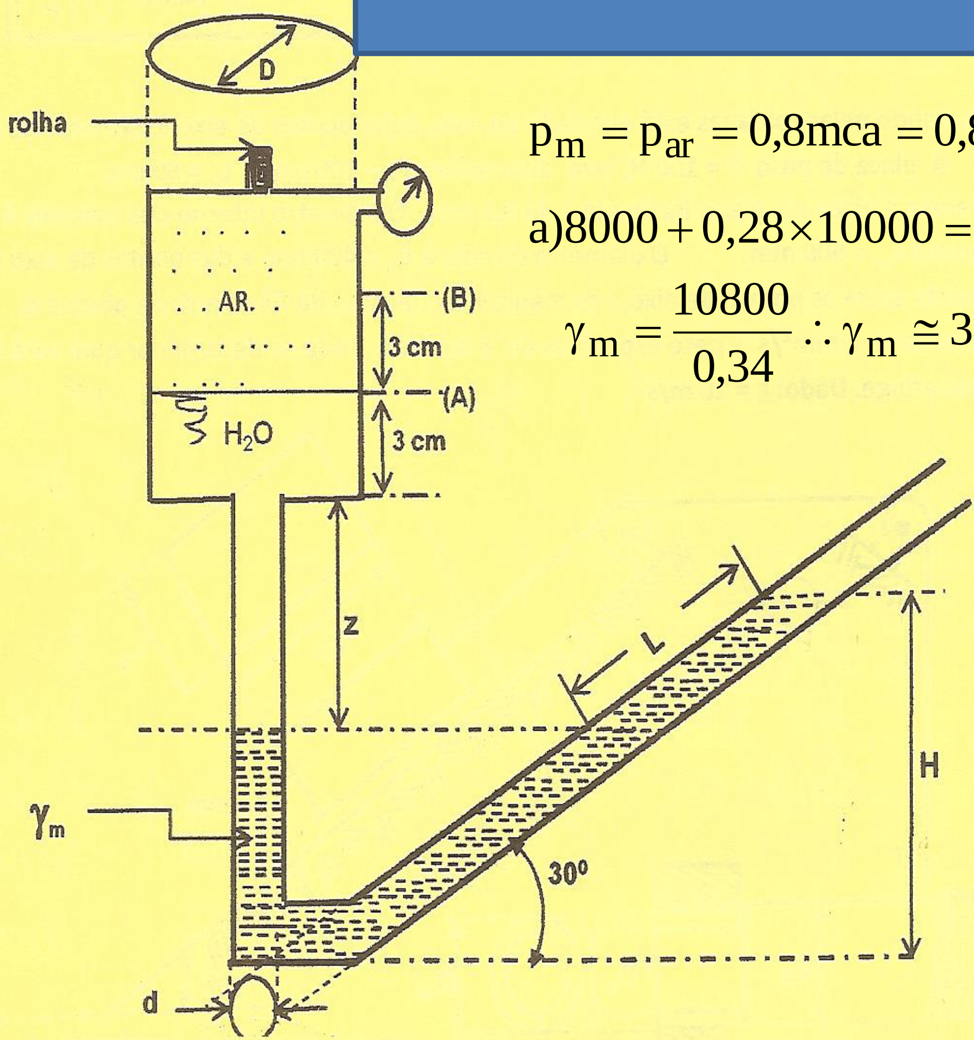
$$\gamma_m = \frac{10800}{0{,}34} \therefore \gamma_m \cong 31764{,}7\,\frac{N}{m^3} \Rightarrow (1{,}0)$$

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 ?



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

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

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

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

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

$$\therefore 104000 = 8000 + p_{atm_{local}}$$

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

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

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 .

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 ?

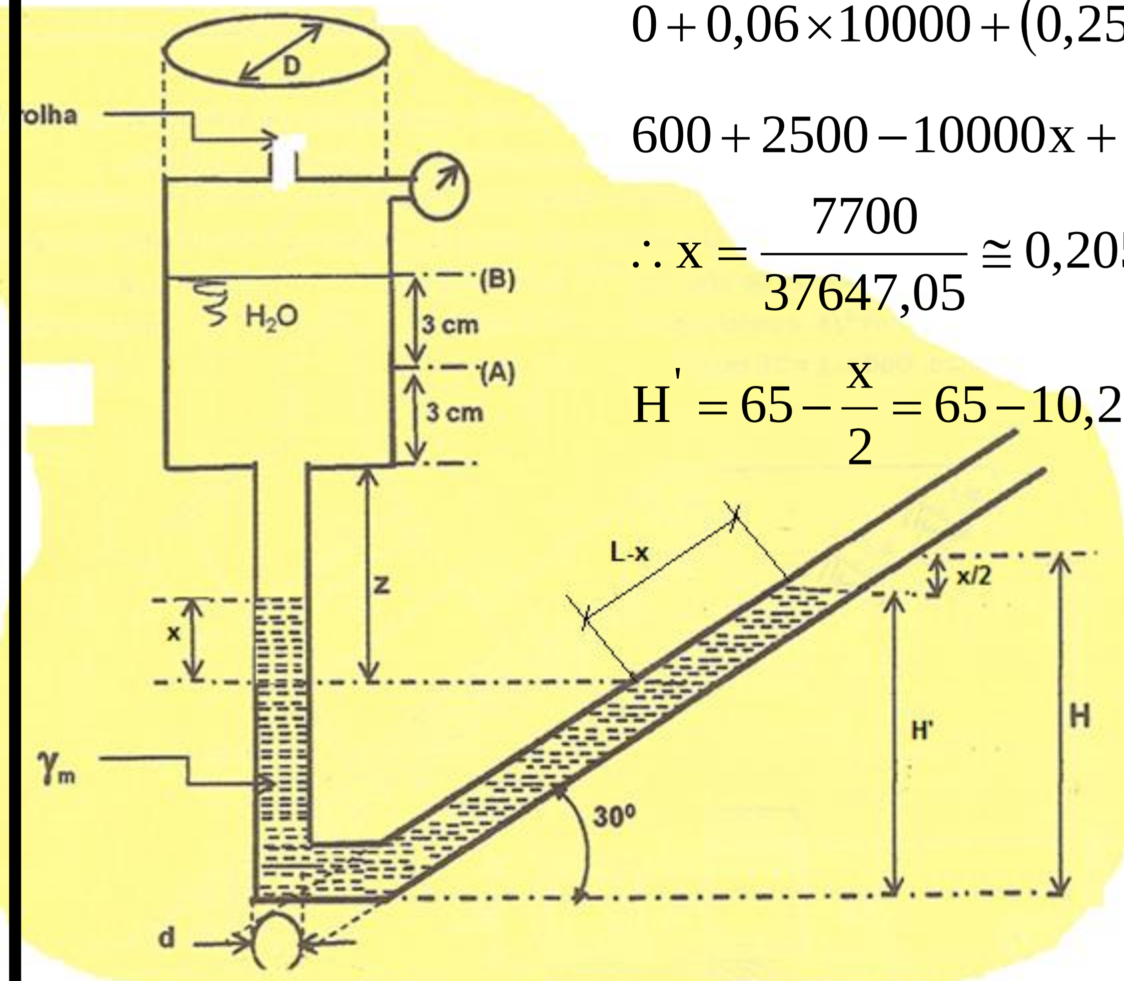
c)

$$0 + 0{,}06 \times 10000 + (0{,}25 - x) \times 10000 + x \times \gamma_m = \frac{(L - x)}{2} \times \gamma_m$$

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

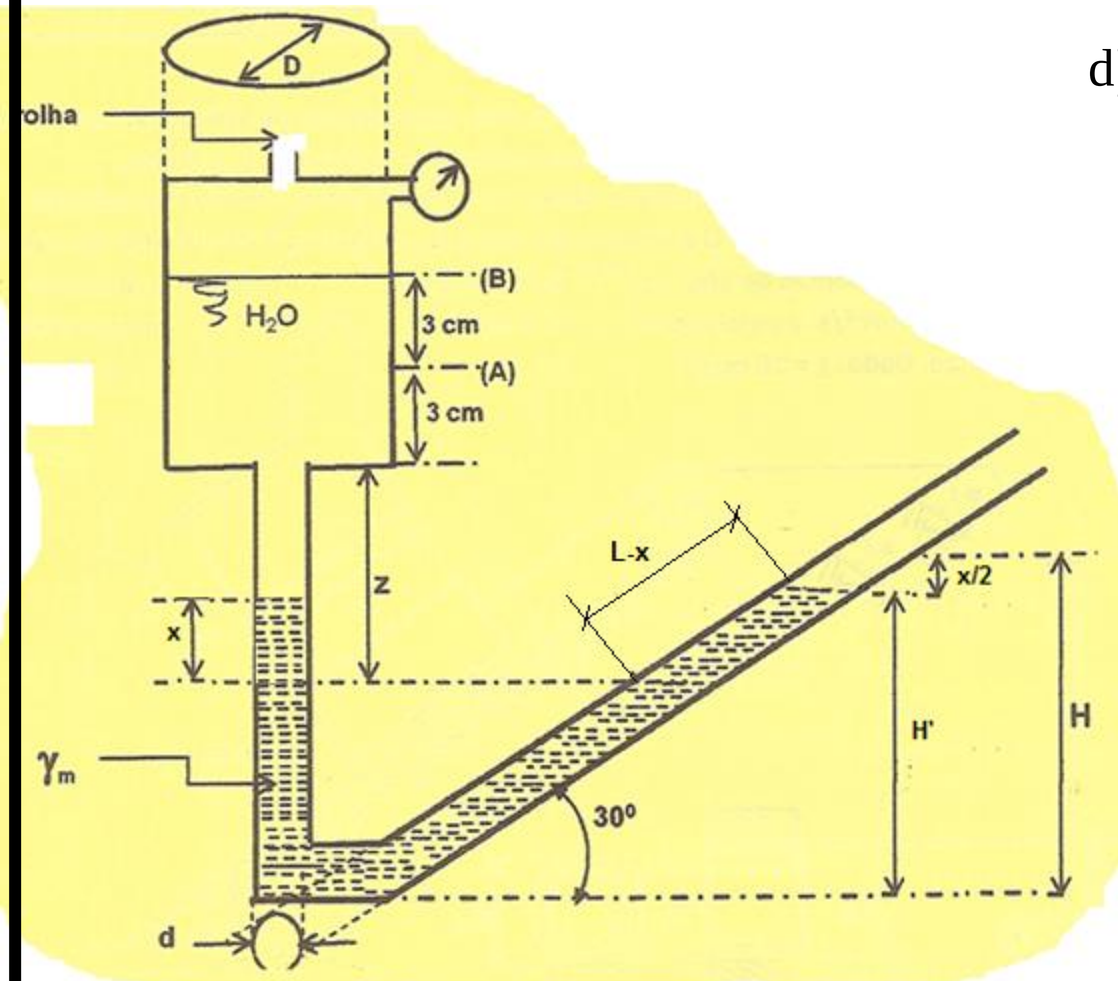
$$\therefore x = \frac{7700}{37647{,}05} \cong 0{,}205\text{m} \Rightarrow (0{,}5)$$

$$H' = 65 - \frac{x}{2} = 65 - 10{,}25 = 54{,}75\text{cm} \Rightarrow 0{,}5$$



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 .

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



d)

$$3\times\frac{\pi\times 13^2}{4}=20{,}5\times\frac{\pi\times d^2}{4}$$

$$\therefore d=\sqrt{\frac{3\times 13^2}{20{,}5}}\cong 5{,}0\,\text{cm}$$

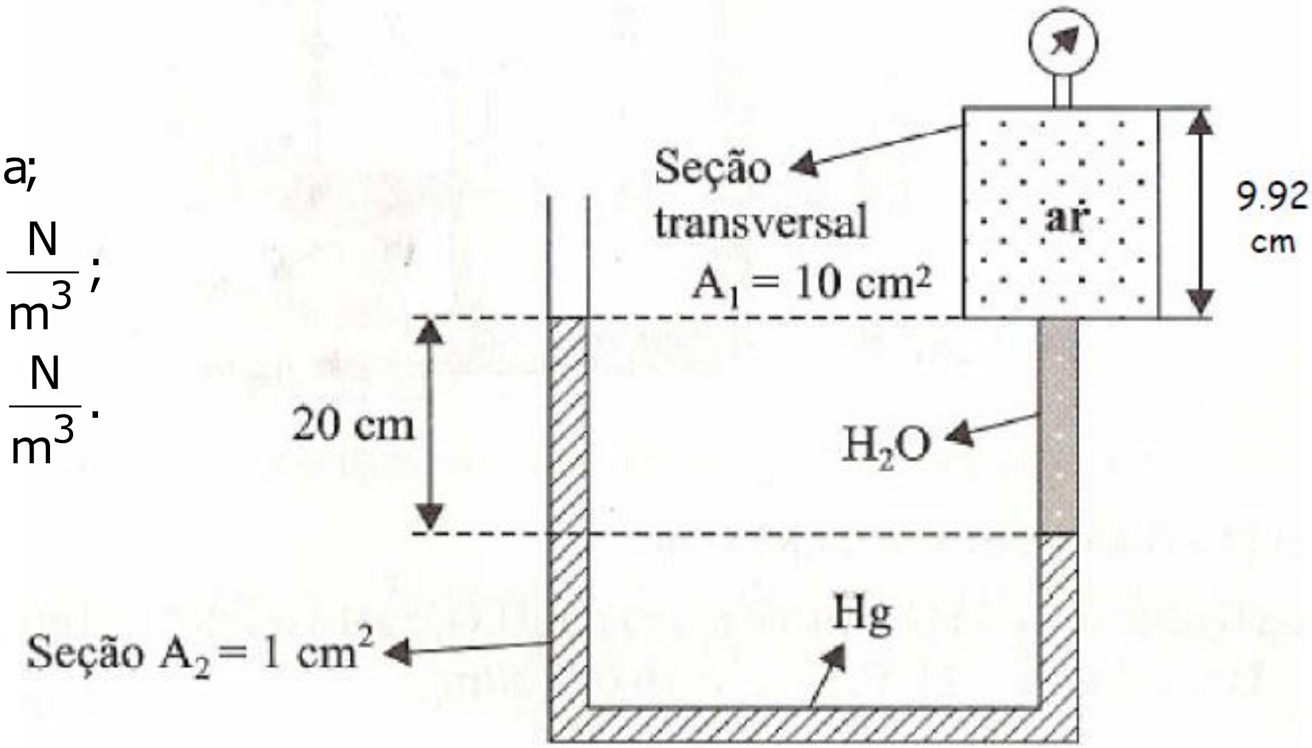
2.14 – A figura mostra o ar contido num recipiente, inicialmente a 100 ^{0}C. O ar é resfriado e a água do manômetro sobe 0,5 cm para dentro do recipiente. (a) Qual é a leitura inicial do manômetro em Pa? (b) Qual é a leitura final do manômetro em Pa? (c) Qual é a temperatura final em ^{0}C?

Dados:

$p_{atm} = 100\,kPa;$

$\gamma_{H_2O} = 10000\dfrac{N}{m^3};$

$\gamma_{Hg} = 136000\dfrac{N}{m^3}.$

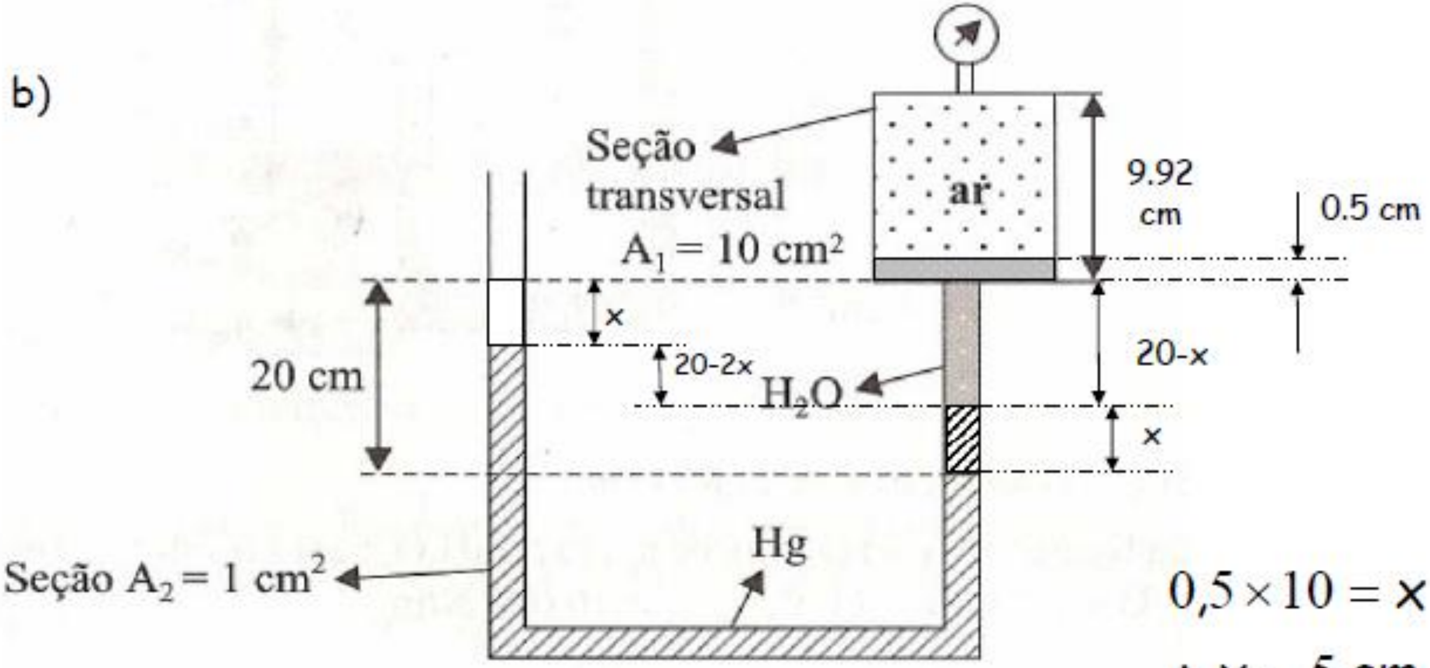


Resolução

a) $0{,}20 \times 136000 - 0{,}20 \times 10000 = p_{ar_{inicial}} = p_{mi}$

$\therefore p_{mi} = 25200\ \text{Pa} = 25{,}2\ \text{kPa}$

b)



$0{,}5 \times 10 = x$

$\therefore x = 5\ \text{cm}$

$0{,}10 \times 136000 - 0{,}155 \times 10000 = p_{ar_{final}} = p_{mf}$

$\therefore p_{mf} = 12050\ \text{Pa} = 12{,}05\ \text{kPa}$

Para um dado gás podemos considerar que:

$$p \times V = n \times R \times T \Rightarrow \frac{p \times V}{T} = n \times R = cte$$

$$\therefore \frac{p_i \times V_i}{T_i} = \frac{p_f \times V_f}{T_f}$$

$$\frac{(25200 + 100000) \times 10 \times 9{,}92 \times 10^{-4}}{(100 + 273)} = \frac{(12050 + 100000) \times 10 \times (9{,}92 - 0{,}5) \times 10^{-4}}{T_f}$$

$$T_f = \frac{112050 \times 10 \times 9{,}42 \times 373}{125200 \times 10 \times 9{,}92} \cong 317$$

$$\therefore t_f = 317 - 273 = 44^0 C$$