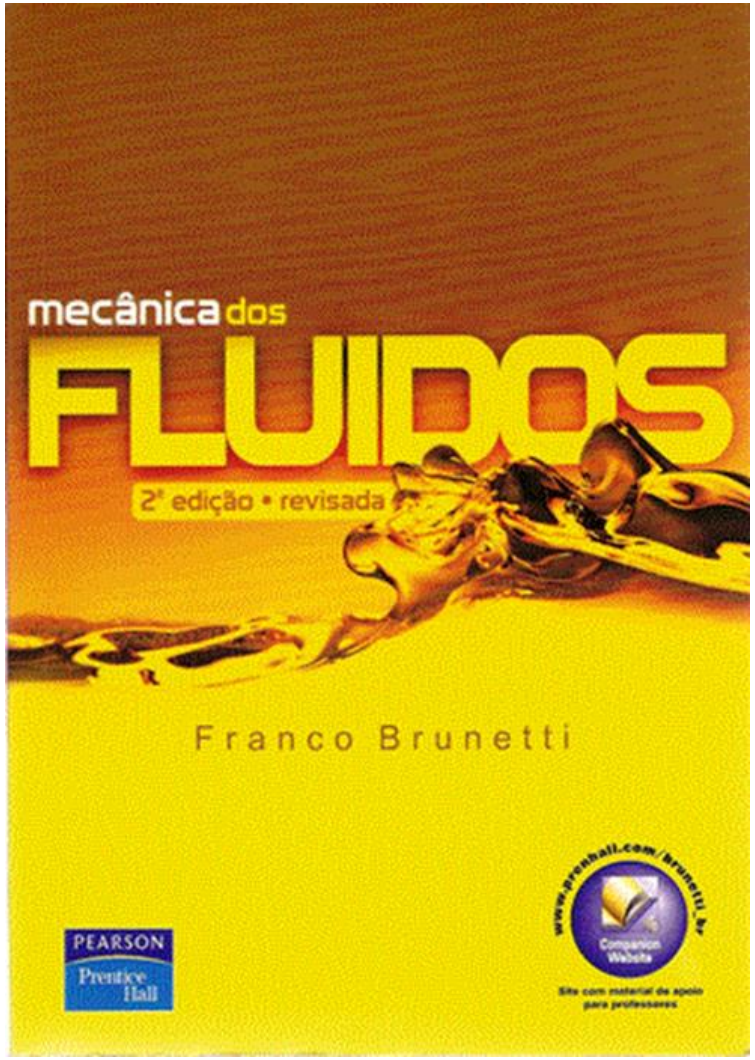
Terceira aula de ME4310

Segundo semestre de 2015

Estática dos fluidos



$$p = \frac{|dF_N|}{dA} \rightarrow p_{\text{média}} = p_{\text{constante}} = \frac{|F_N|}{A}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \gamma = \frac{G}{V} = \rho \times g$$

escala efetiva ou relativa $\rightarrow p_{atm} = 0$

pressão em um ponto fluido pertencente a um fluido continuo, incompressível e em repouso na escala efetiva $\rightarrow p = \gamma \times h$

$h =$ carga de pressão $\rightarrow [h] =$ mca ou mmHg

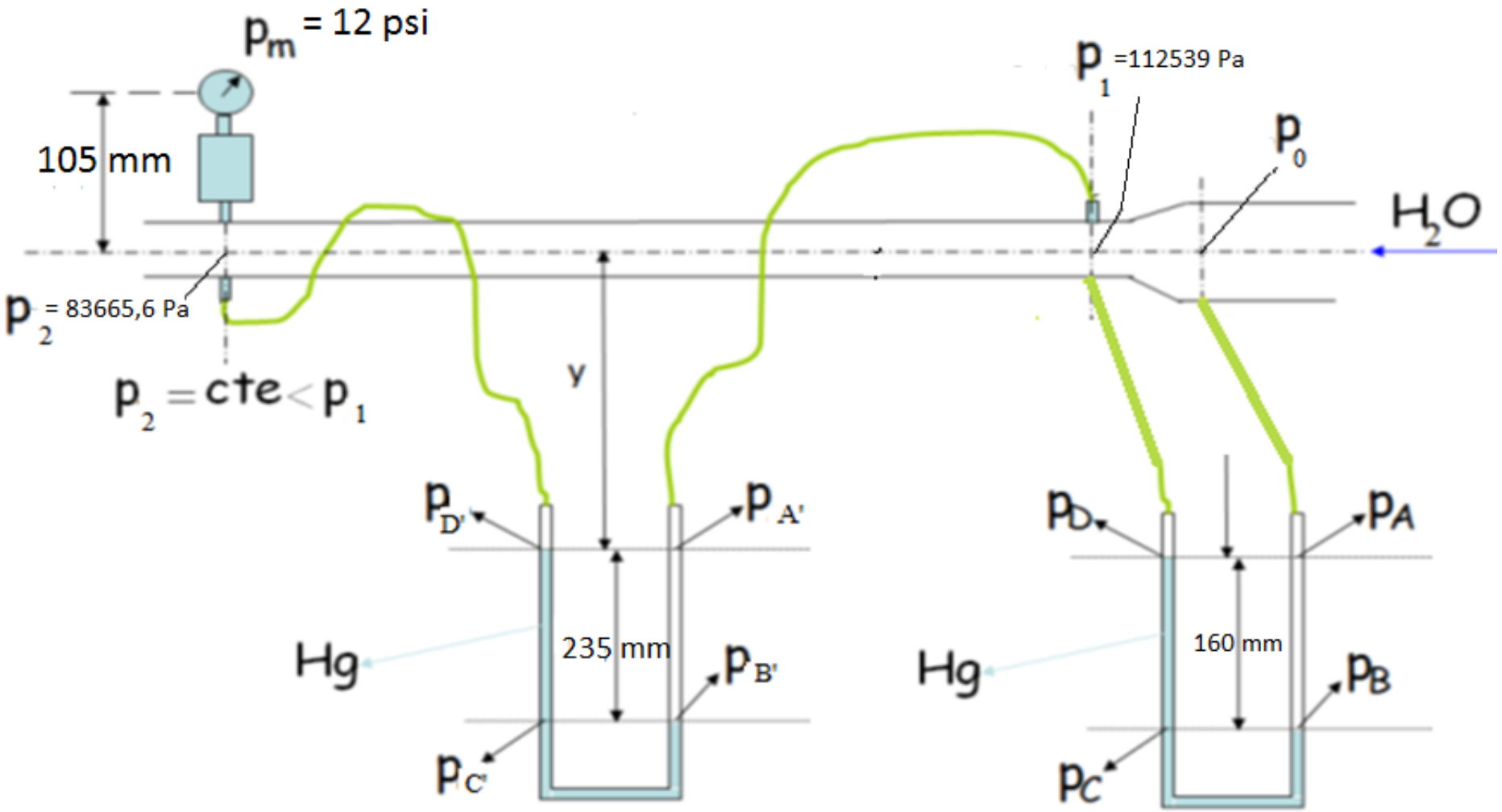
pressão manomética = pressão efetiva $\rightarrow p_m = p_{int} - p_{ext}$

Teorema de Stevin $\rightarrow \Delta p = \gamma \times \Delta h$

$$1\text{atm} = 760\text{mmHg} = 760\text{torr} = 10330\frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 1{,}033\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$= 101234\text{Pa} = 1{,}01234\text{bar} = 10{,}33\text{mca} = 14{,}7\text{psi}$$

Voltando ao exercício



$$p_D - p_1 = 996{,}7 \times 9{,}8 \times y \therefore p_D = 112539 + 996{,}7 \times 9{,}8 \times y$$

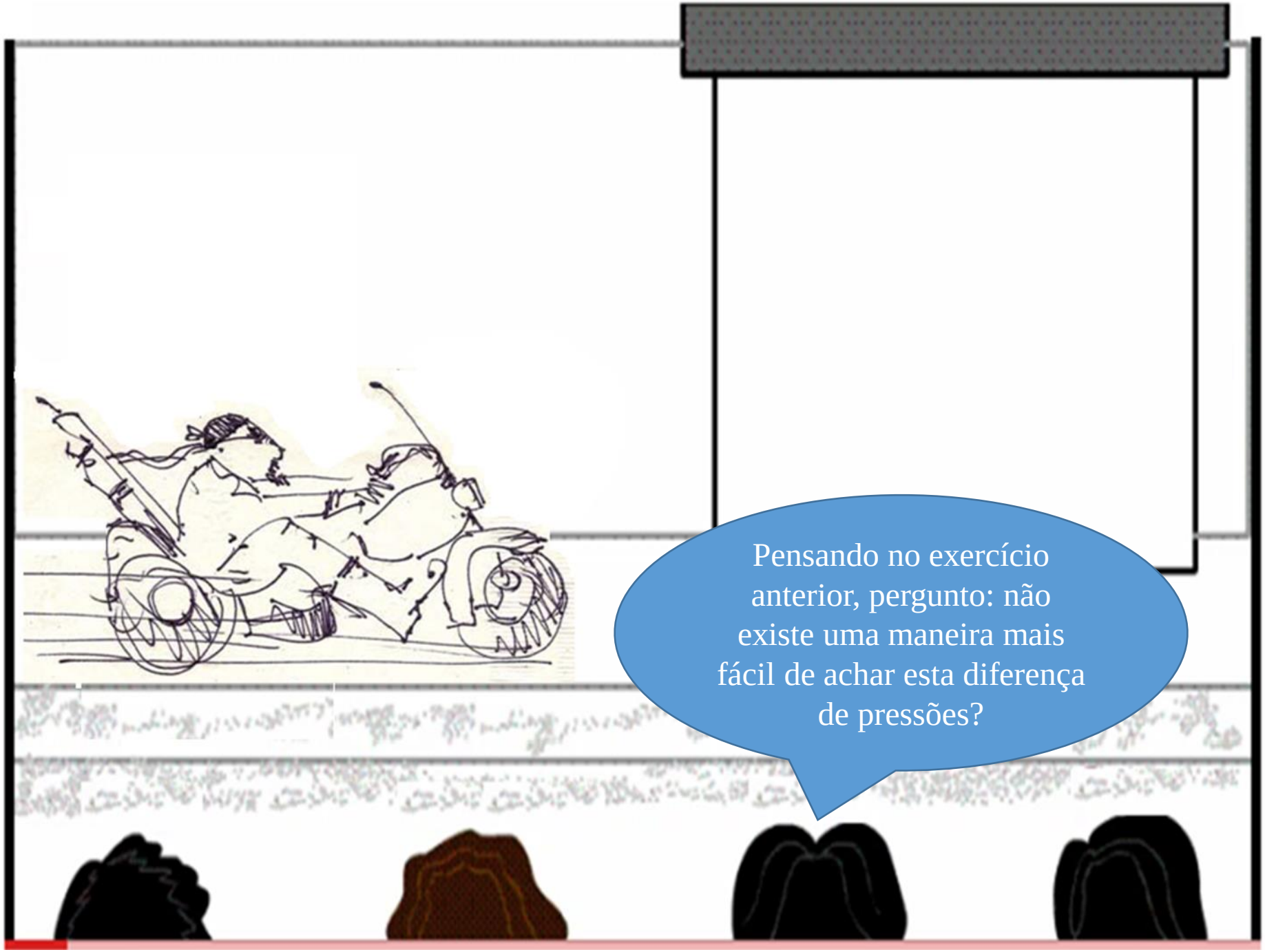
$$p_C - p_D = 0{,}160 \times 13534 \times 9{,}8 \therefore p_C = 133760{,}312 + 996{,}7 \times 9{,}8 \times y$$

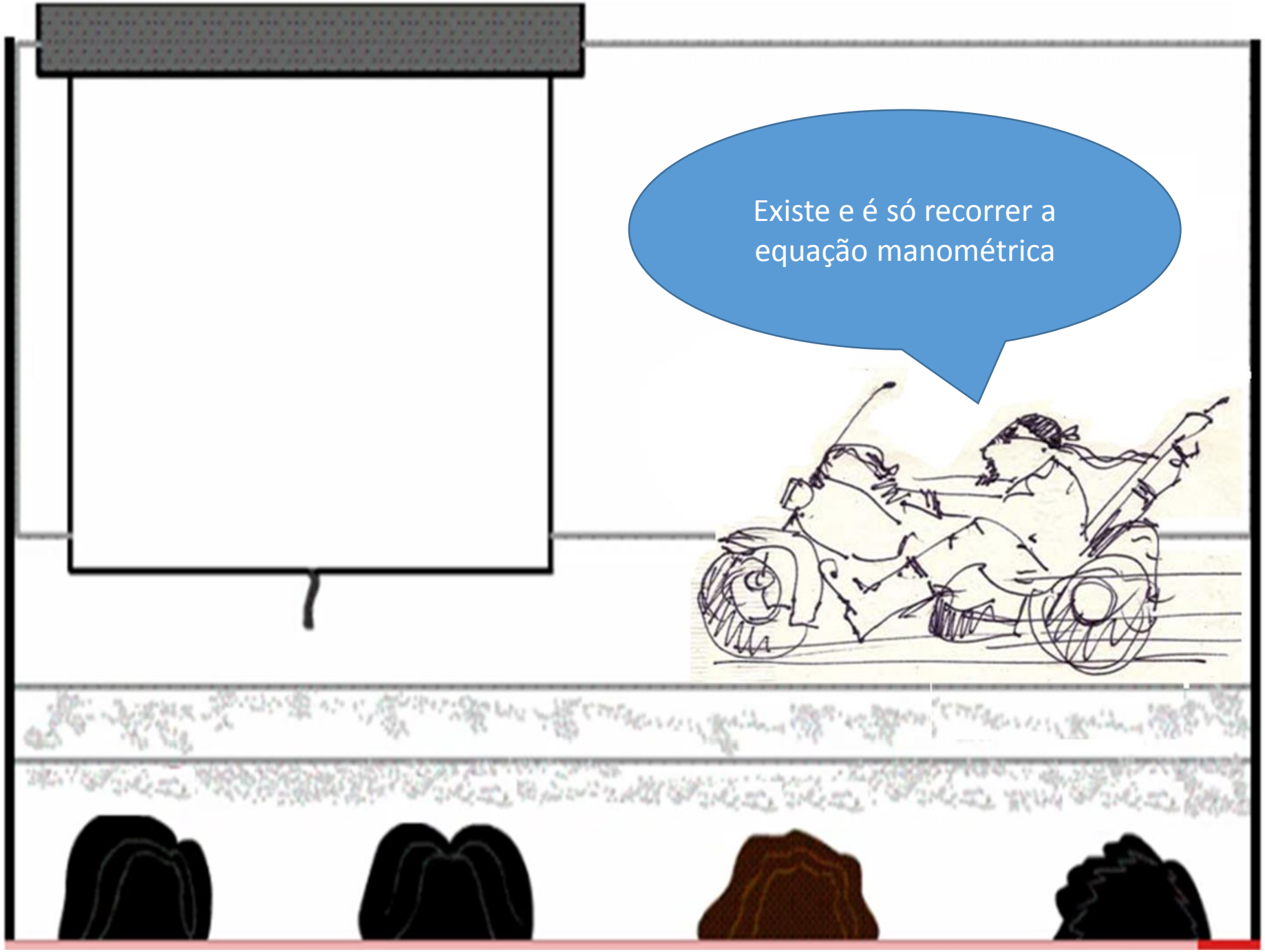
$$p_C = p_B$$

$$p_B - p_A = 0{,}160 \times 996{,}7 \times 9{,}8 \therefore p_A = 132197{,}5 + 996{,}7 \times 9{,}8 \times y$$

$$p_A - p_0 = 996{,}7 \times 9{,}8 \times y \therefore p_0 = 132197{,}5\text{Pa} \cong 13{,}5\text{mca}$$

PORTANTO O APARELHO PODE SER INSTALADO


Pensando no exercício anterior, pergunto: não existe uma maneira mais fácil de achar esta diferença de pressões?


Existe e é só recorrer a equação manométrica

É a equação que aplicada nos manômetros de coluna de líquidos,
resulta em uma diferença de pressões
entre dois pontos fluidos, ou na
pressão de um ponto fluido.

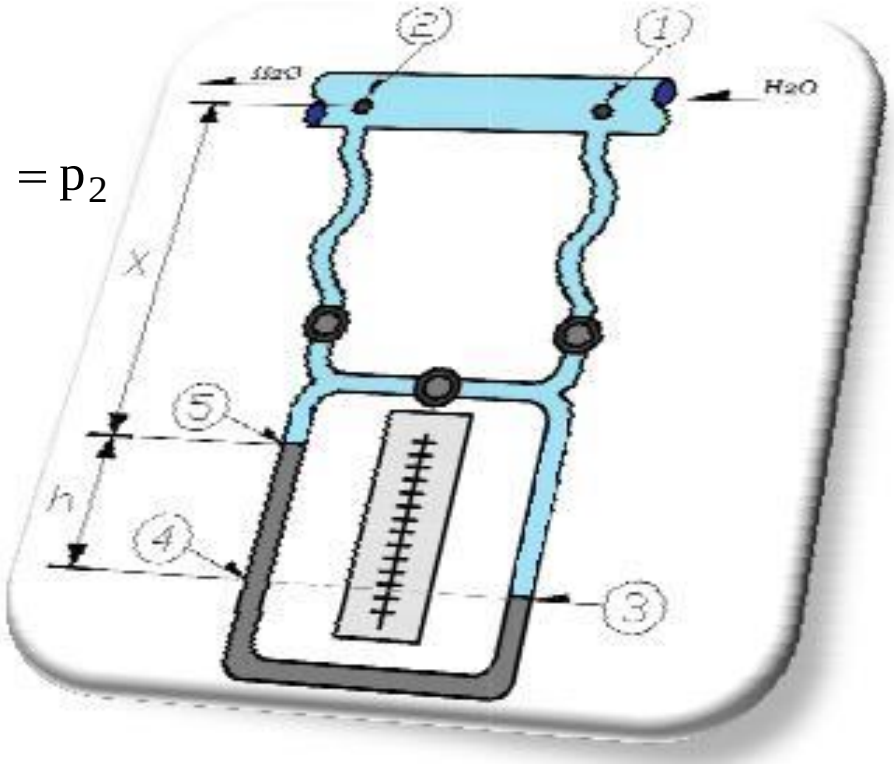
Para se obter a equação manométrica, deve-se adotar um dos dois pontos como referência. Parte-se deste ponto, marcando a pressão que atua no mesmo e a ela soma-se os produtos dos pesos específicos com as colunas descendentes ($+\Sigma\gamma*h_{descendente}$), subtrai-se os produtos dos pesos específicos com as colunas ascendentes ($-\Sigma\gamma*h_{ascendente}$) e iguala-se à pressão que atua no ponto não escolhido como referência.

Aplicando-se a equação manométrica ao esboço abaixo, resulta:

Adotando-se como referência o ponto (1):

$$p_1 + x \times \gamma_{H_2O} + h \times \gamma_{H_2O} - h \times \gamma_{Hg} - x \times \gamma_{H_2O} = p_2$$

$$p_1 - p_2 = h \times \left(\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}\right)$$



Vamos voltar ao exercício
e resolvê-lo através da
equação manométrica

Pela equação manométrica temos:

$$p_m + \gamma \times H + \gamma_{Hg} \times h_2 - \gamma \times h_2 + \gamma_{Hg} \times h_1 - \gamma \times h_1 = p_0$$

$$\left.\begin{array}{l} 101234\text{Pa} \Leftrightarrow 14{,}7\text{psi} \\ x\text{Pa} \Leftrightarrow 12\text{psi} \end{array}\right\} \Rightarrow x \cong 82640\text{psi}$$

$$82640 + 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}105 + 13534 \times 9{,}8 \times 0{,}235 - 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}235$$

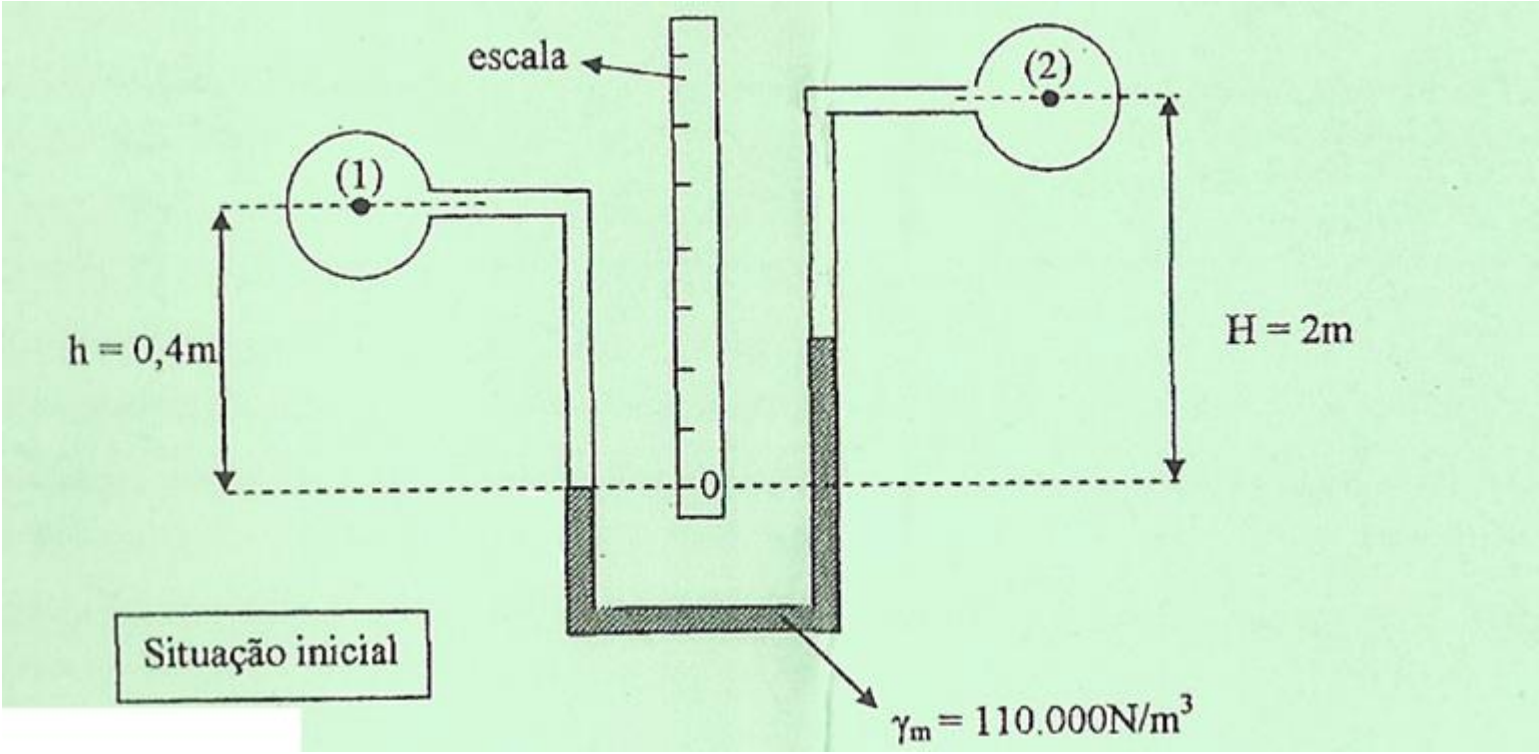
$$+13534 \times 9{,}8 \times 0{,}160 - 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}160 = p_0$$

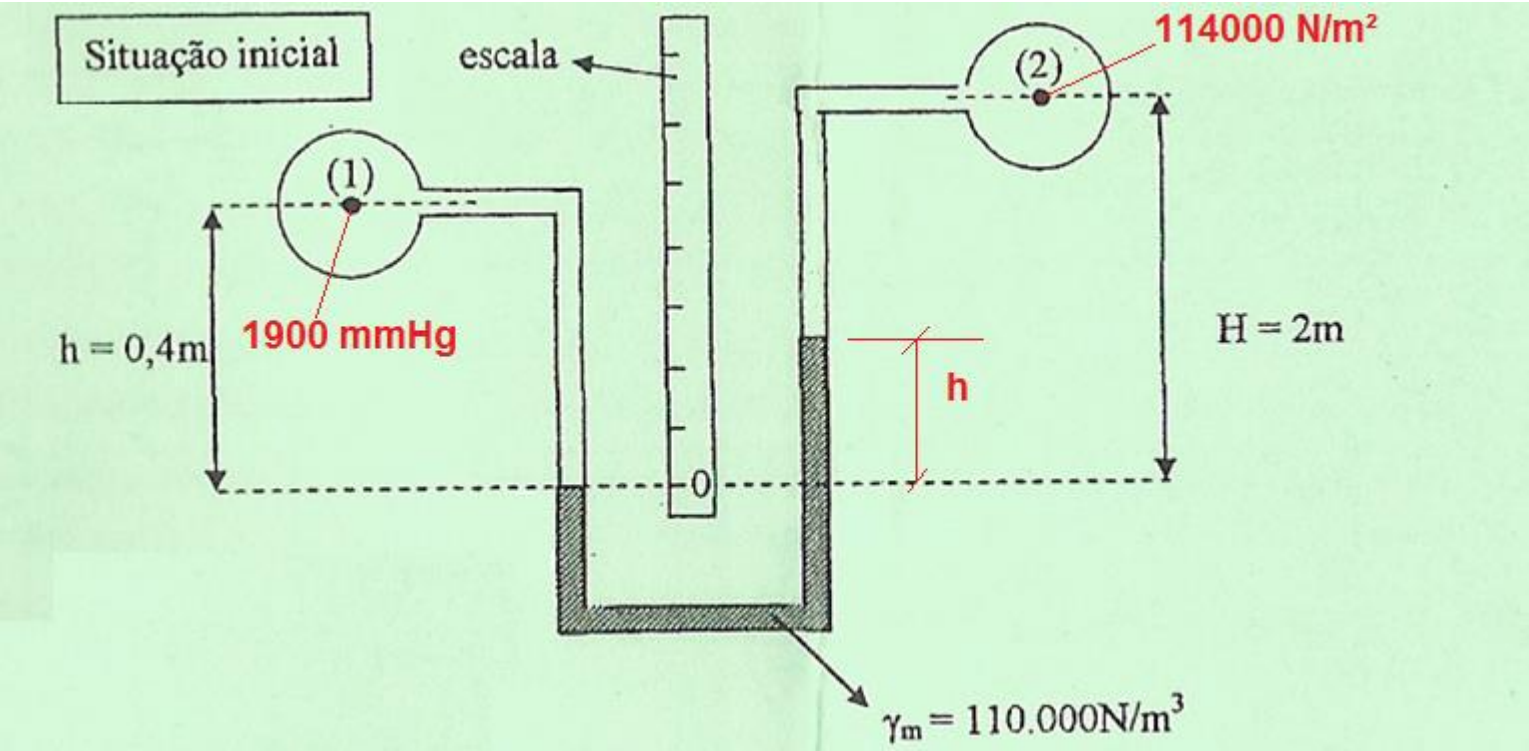
$$\therefore p_0 \cong 132197{,}5\text{Pa}$$

$$h = \frac{p_0}{\gamma} = \frac{132197{,}5}{1000 \times 9{,}8} \cong 13{,}5\text{mca} > 9{,}0\text{mca}$$

Resposta: pode instalar o aparelho

2 Um manômetro diferencial é instalado entre dois condutos por onde escoa o mesmo fluido, de massa específica 800 kg/m³, como mostra a figura. A pressão no tubo (2) é constante e igual a 114 kPa. Quando, numa primeira situação p_1 = 1900 mmHg, o nível do fluido manométrico na coluna esquerda coincide com o zero da escala. Determinar a altura do fluido manométrico, na coluna da direita, em relação ao zero da escala, quando a pressão em (1) aumenta para 2280 mm Hg ($\gamma_{Hg} = 1{,}36 \times 10^5$ N/m³)





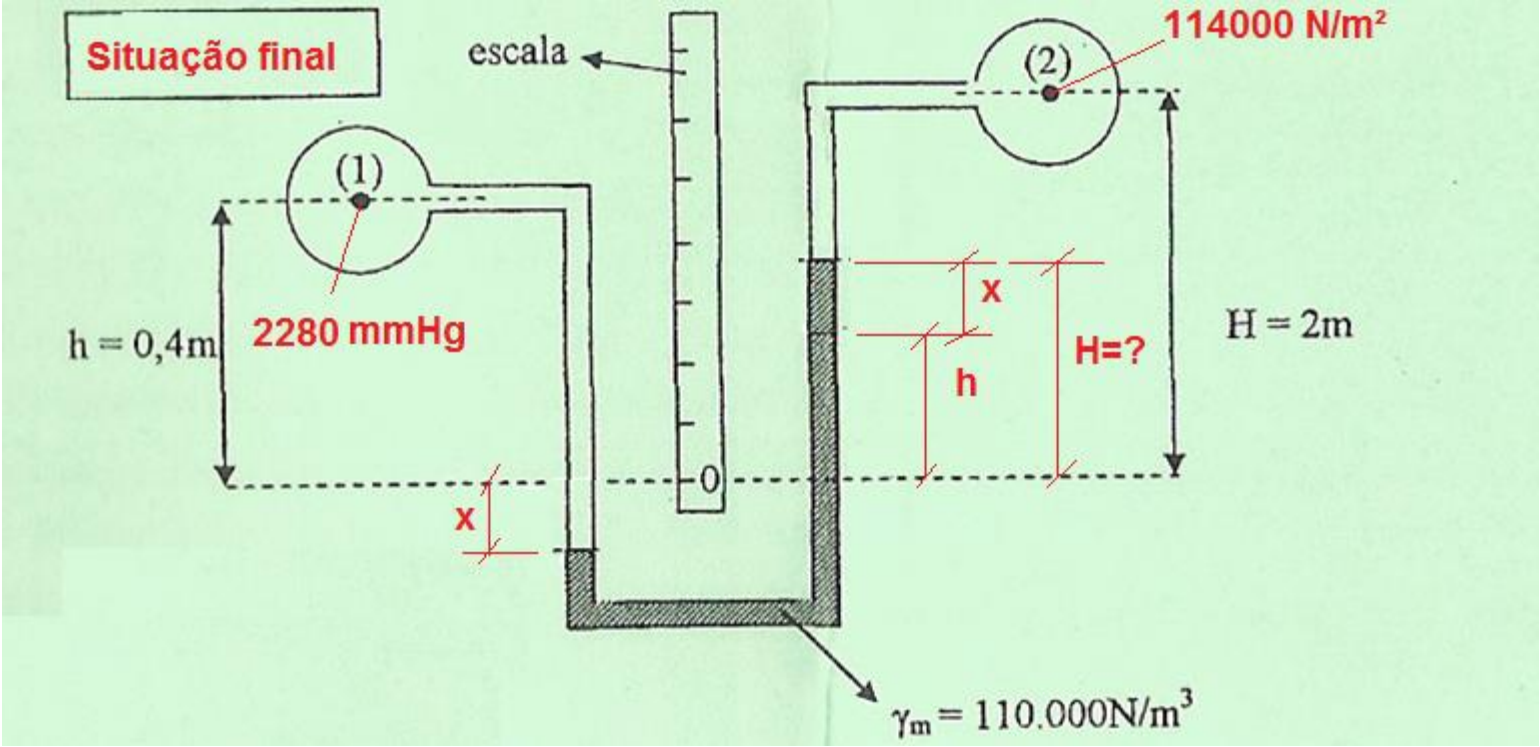
Aplica-se a equação manométrica de (1) a (2), adotando-se como origem (1):

$$\mathbf{p_1 + \gamma \times 0{,}4 - \gamma_m \times h - \gamma \times (2 - h)) = p_2}$$

$$\therefore \frac{\mathbf{1900}}{\mathbf{1000}} \times \mathbf{1{,}36 \times 10^5 + 8000 \times 0{,}4 - 110000 \times h - 8000 \times (2 - h) = 114000}$$

$$\mathbf{258400 + 3200 - 110000 \times h - 16000 + 8000h = 114000}$$

$$\mathbf{131600 = 102000h \Rightarrow h = \frac{131600}{102000} \cong 1{,}29m}$$



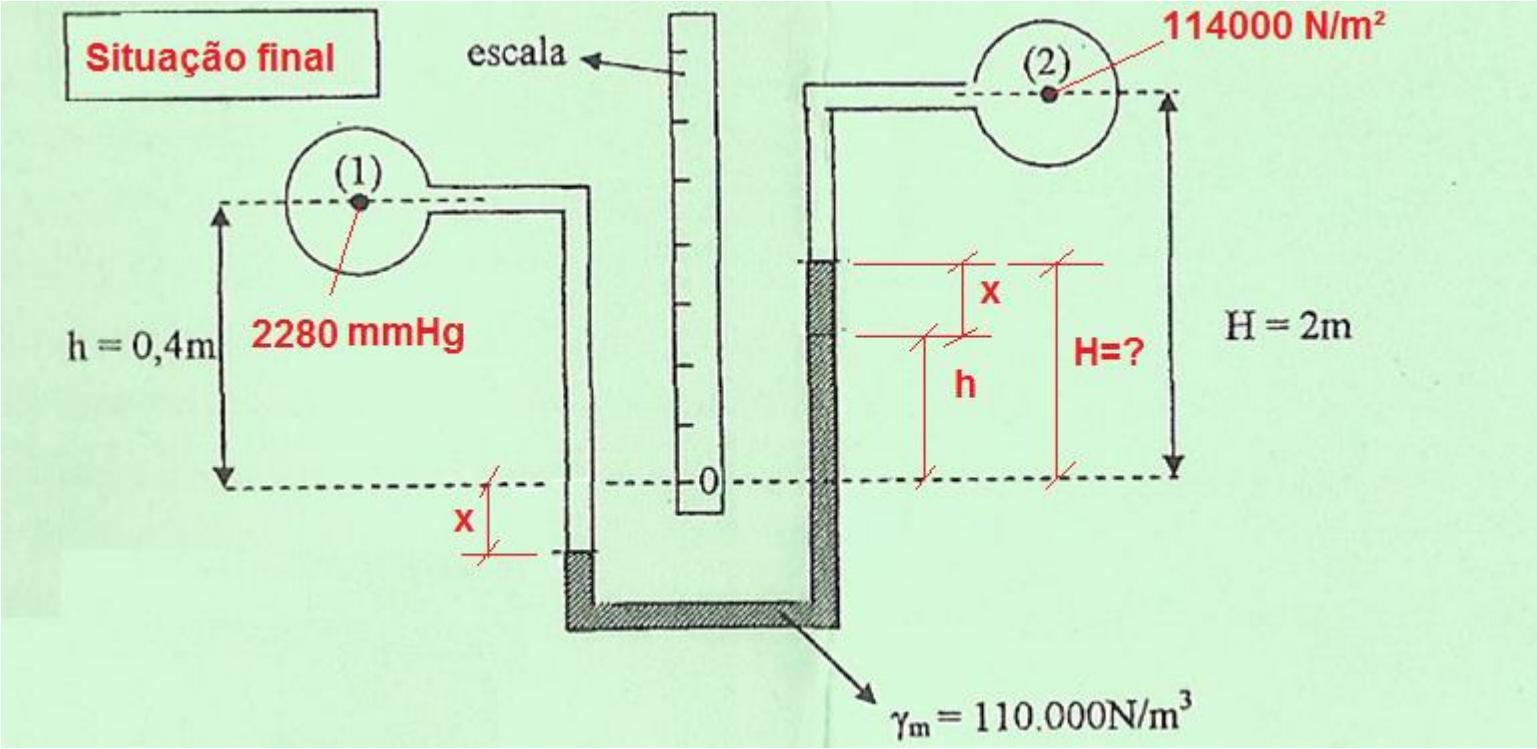
Aplica-se a equação manométrica de (1) a (2), adotando-se como origem (1):

$$\frac{2280}{1000}\times 1{,}36\times 10^5 + 8000\times(0{,}4+x) - 110000\times(1{,}29+2x) - 8000\times(2-1{,}29-x) = 114000$$

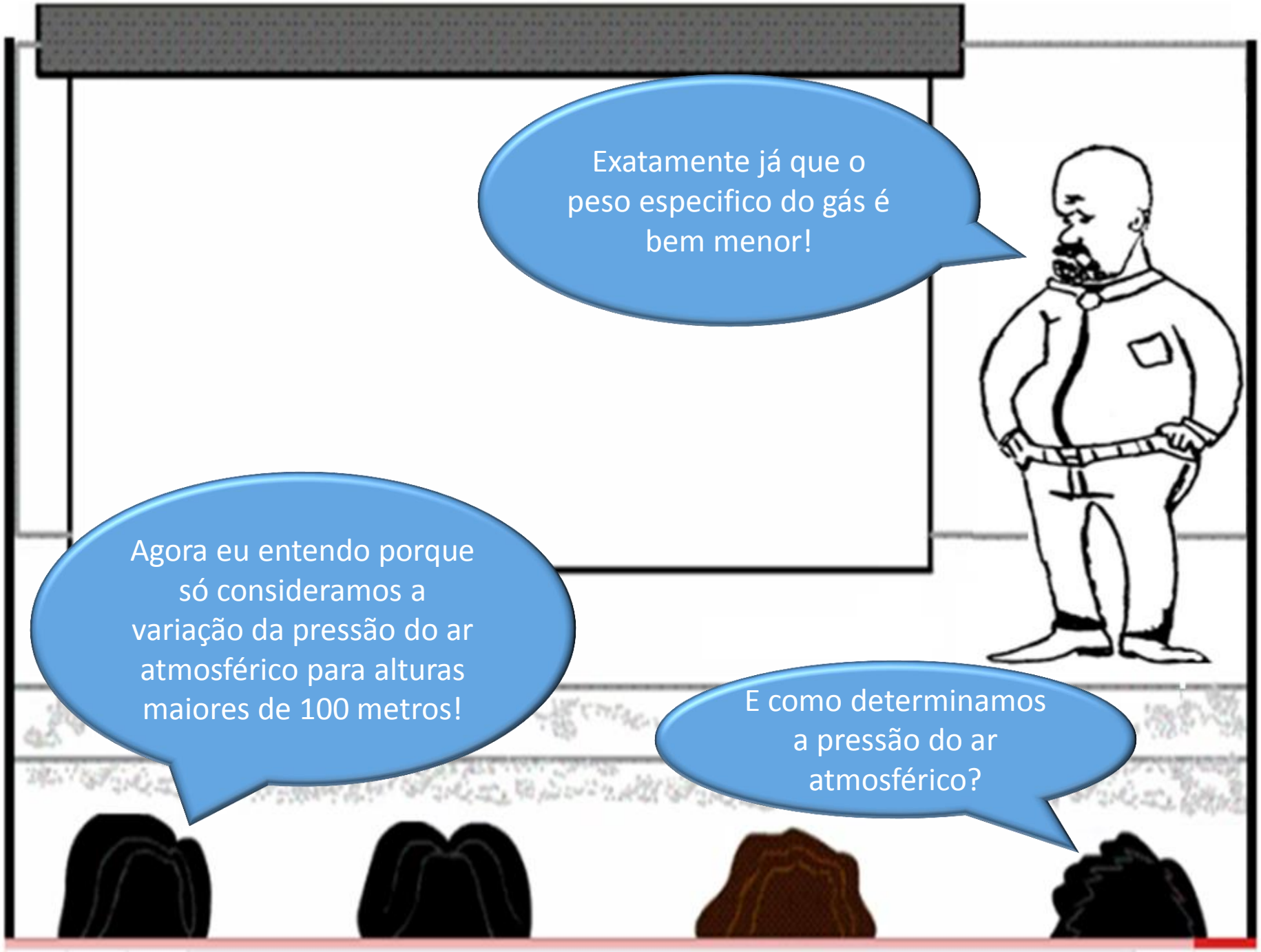
$$310080 + 3200 + 8000x - 141900 - 220000x - 5680 + 8000x = 114000$$

$$51700 = 204000x \therefore x = \frac{51700}{20400} \cong 0{,}253m$$

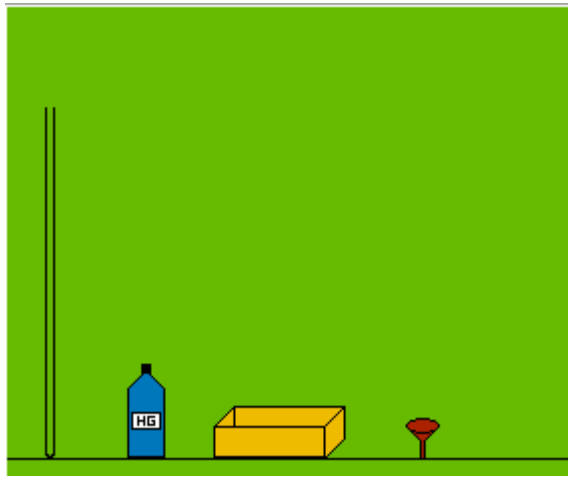
$$H = h + x = 1{,}29 + 0{,}253 = 1{,}543m$$

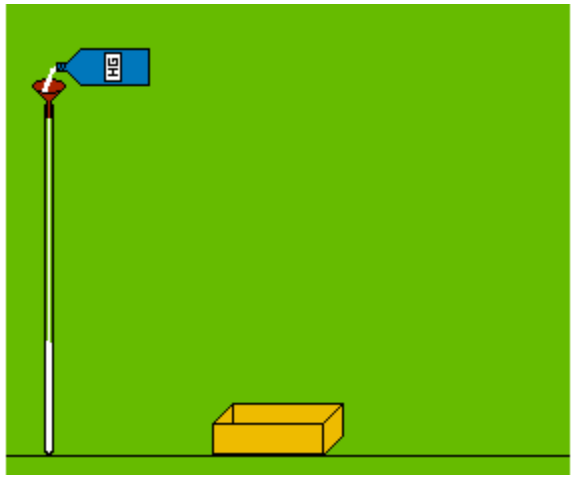

Situação final
escala
114000 N/m²
(2)
(1)
h = 0,4m
2280 mmHg
x
h
H=?
H = 2m
0
x
γm = 110.000N/m³

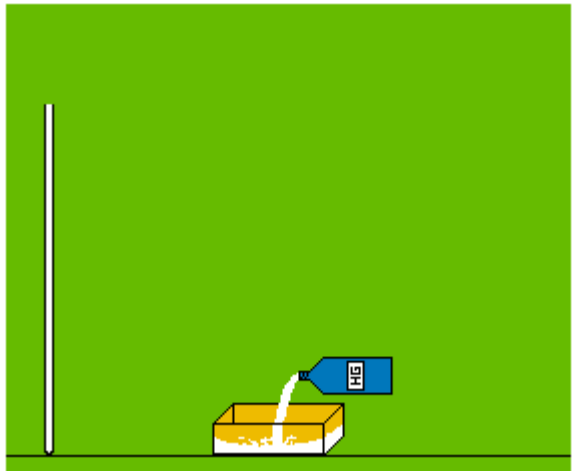
Vamos procurar aplicar o teorema de Stevin em gás.
Mas todos os seus pontos estão submetidos a praticamente a mesma pressão?

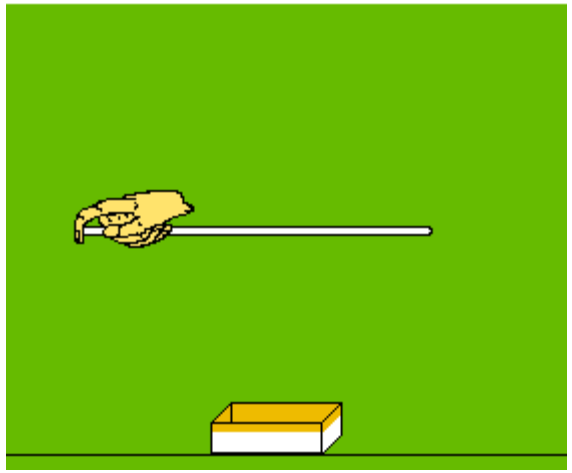

Exatamente já que o peso especifico do gás é bem menor!
Agora eu entendo porque só consideramos a variação da pressão do ar atmosférico para alturas maiores de 100 metros!
E como determinamos a pressão do ar atmosférico?

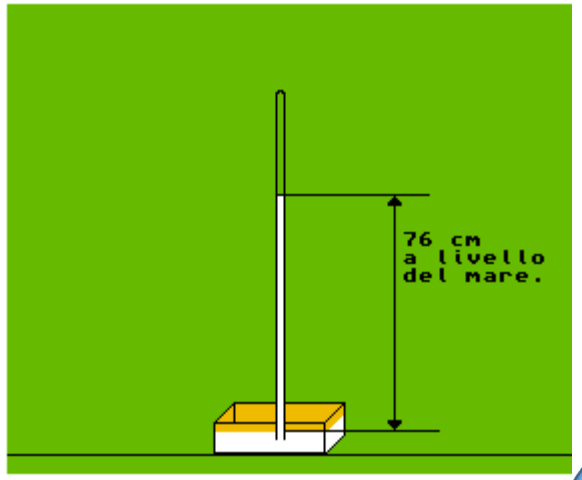
É pelo barômetro que trabalha na escala absoluta que é aquela que adota como zero o vácuo absoluto e por este motivo é que podemos afirmar que nesta escala só temos pressões positivas e teoricamente poderíamos ter a pressão igual a zero que corresponderia a pressão no vácuo absoluto











Em relação ao vácuo absoluto temos:

$$p_{atm_{local}} = \gamma_{Hg} \times h$$

Entendi!

$$p_{barométrica} = p_{absoluta}$$

$$p_{absoluta} = p_{efetiva} + p_{atm_{local}}$$

$$p_{manométrica} = p_{efetiva}$$

$$p_{barométrica} = p_{manométrica} + p_{atm_{local}}$$

Para não esquecer a diferença entre pressão manométrica e barométrica, que é a pressão atmosférica local lida por um barômetro!

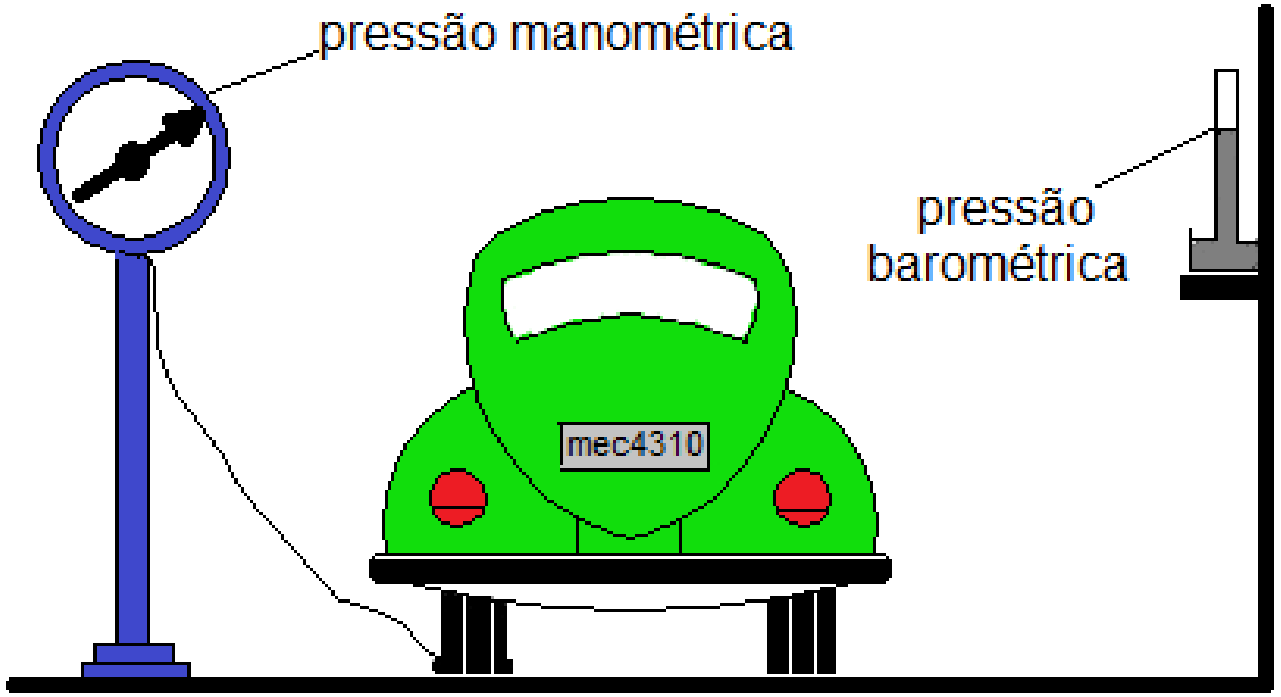
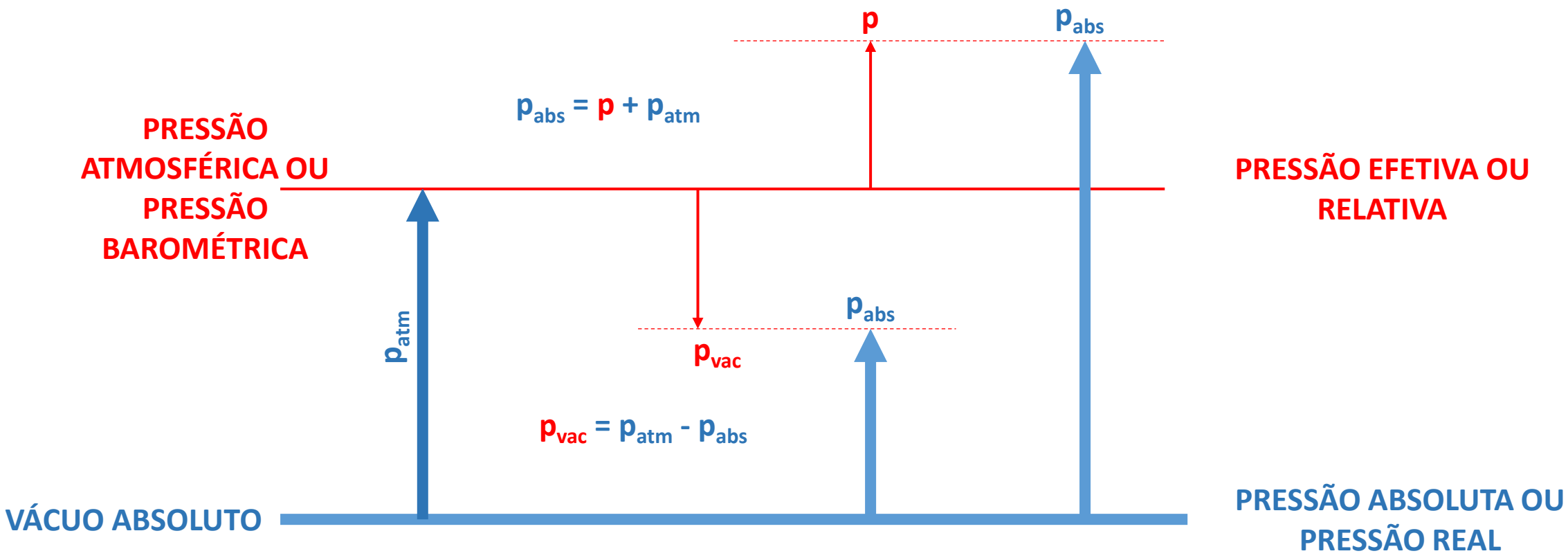
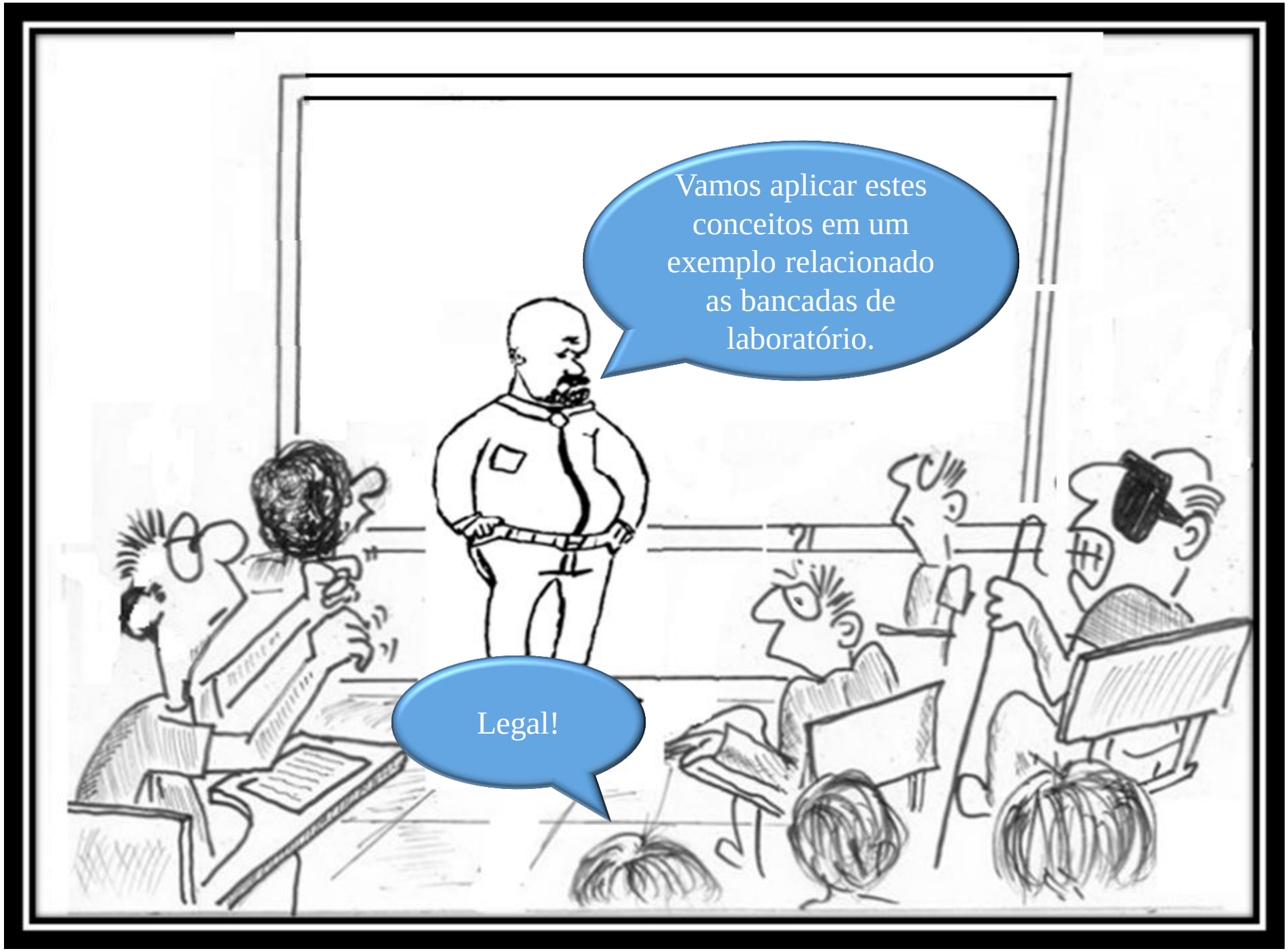


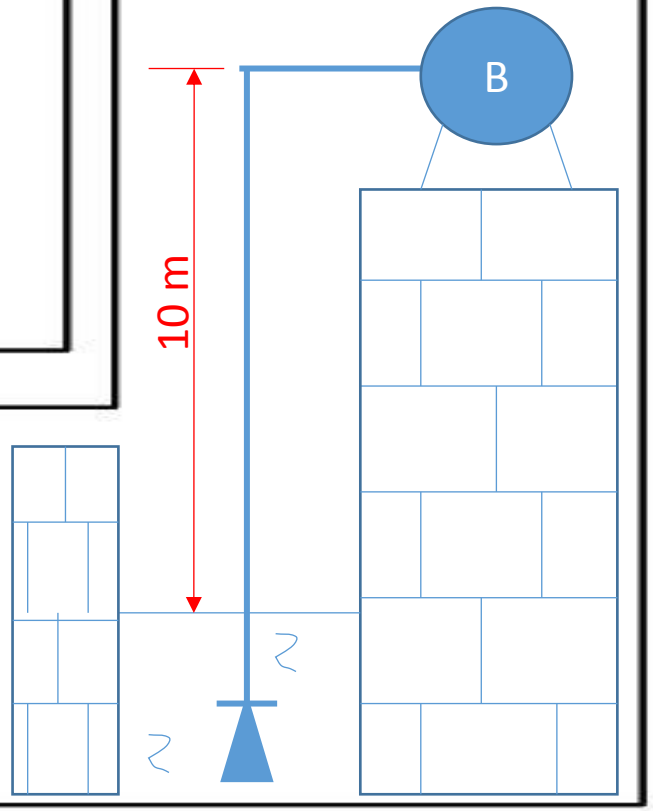
DIAGRAMA COMPARATIVO ENTRE ESCALAS DE PRESSÃO




Vamos aplicar estes conceitos em um exemplo relacionado as bancadas de laboratório.
Legal!

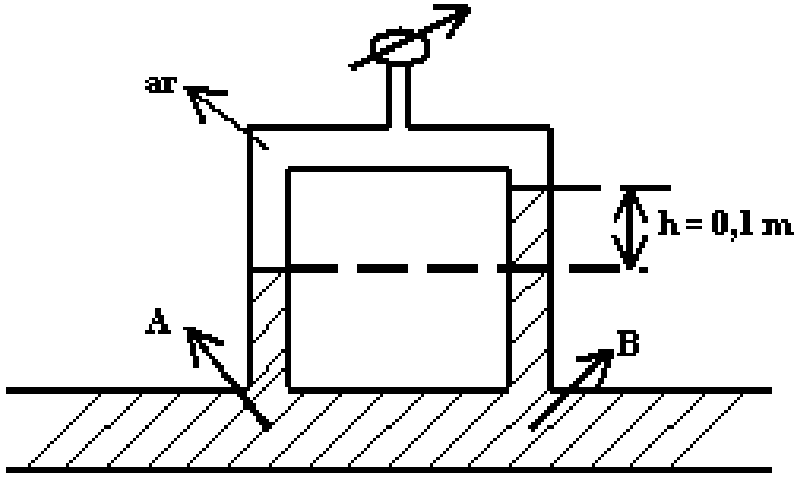
3

A instalação representada abaixo tem uma bomba centrífuga de 1,5CV e encontra-se em local do laboratório de mecflu, pergunta-se se a mesma irá funcionar?



4

O dispositivo mostrado na figura abaixo mede o diferencial de pressão entre os pontos A e B de uma tubulação por onde escoa água.



Dados :

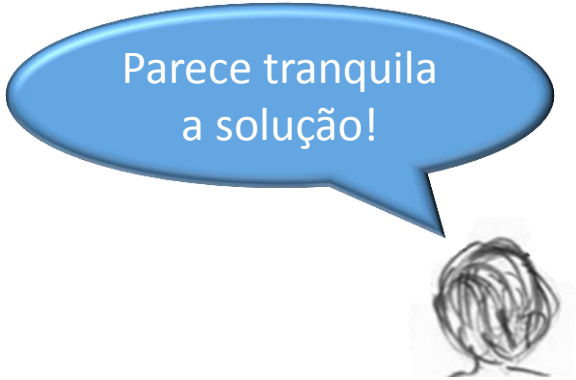
$\rho_{água} = 1000 kg/m^3$;

$\rho_{ar} = 1{,}2 kg/m^3$;

$g = 9{,}8 m/s^2$

Com base nos dados apresentados na figura, pede-se:

1. determine o diferencial de pressão entre os pontos A e B, em Pa; (valor: 2,5 pontos)
2. calcule a pressão absoluta no interior da camada de ar, sendo a leitura do manômetro de Bourdon Pman = 10^4Pa, e a pressão atmosférica local Patm = 10^5Pa; (valor: 2,5 pontos)



5

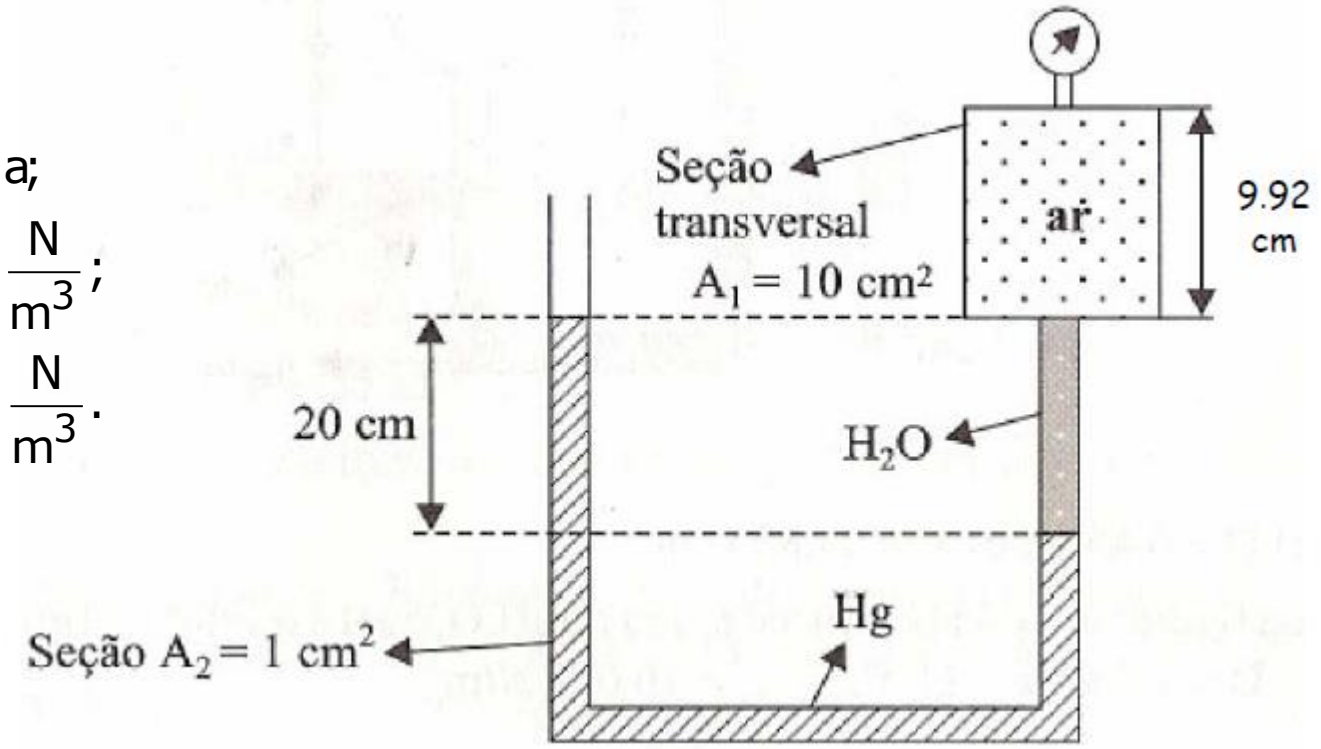
2.14 – A figura mostra o ar contido num recipiente, inicialmente a 100 ^{0}C. O ar é resfriado e a água do manômetro sobe 0,5 cm para dentro do recipiente.
(a) Qual é a leitura inicial do manômetro em Pa?
(b) Qual é a leitura final do manômetro em Pa?
(c) Qual é a temperatura final em ^{0}C?

Dados:

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

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

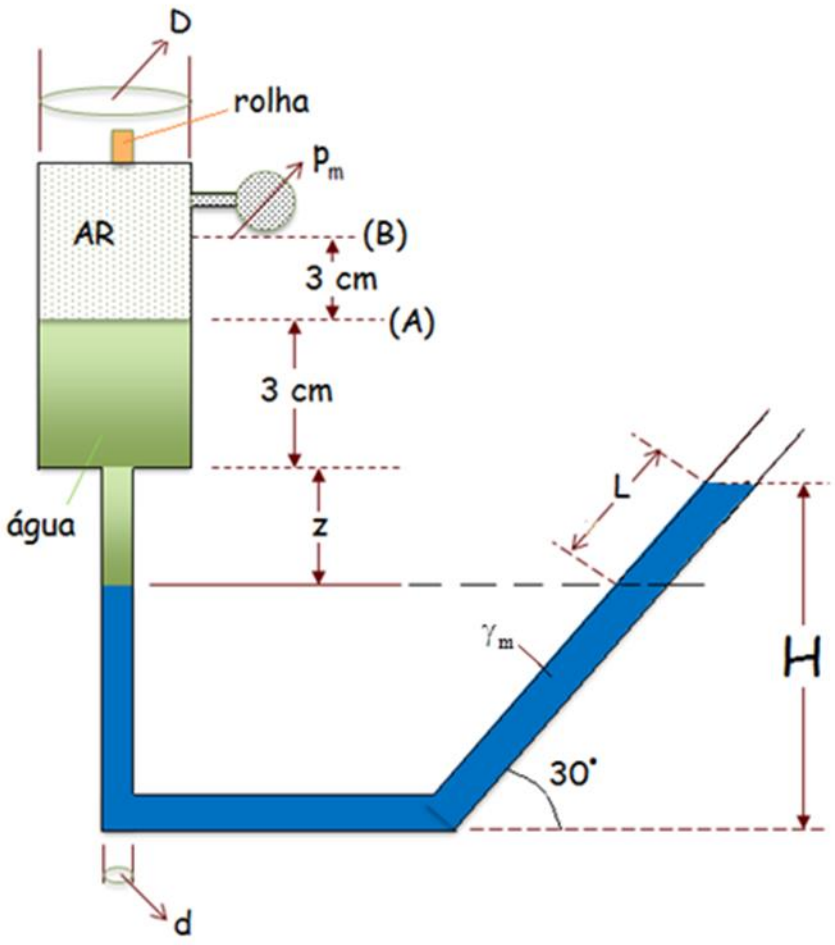
$\gamma_{Hg} = 136000\,\frac{N}{m^3}$.



Outro de prova

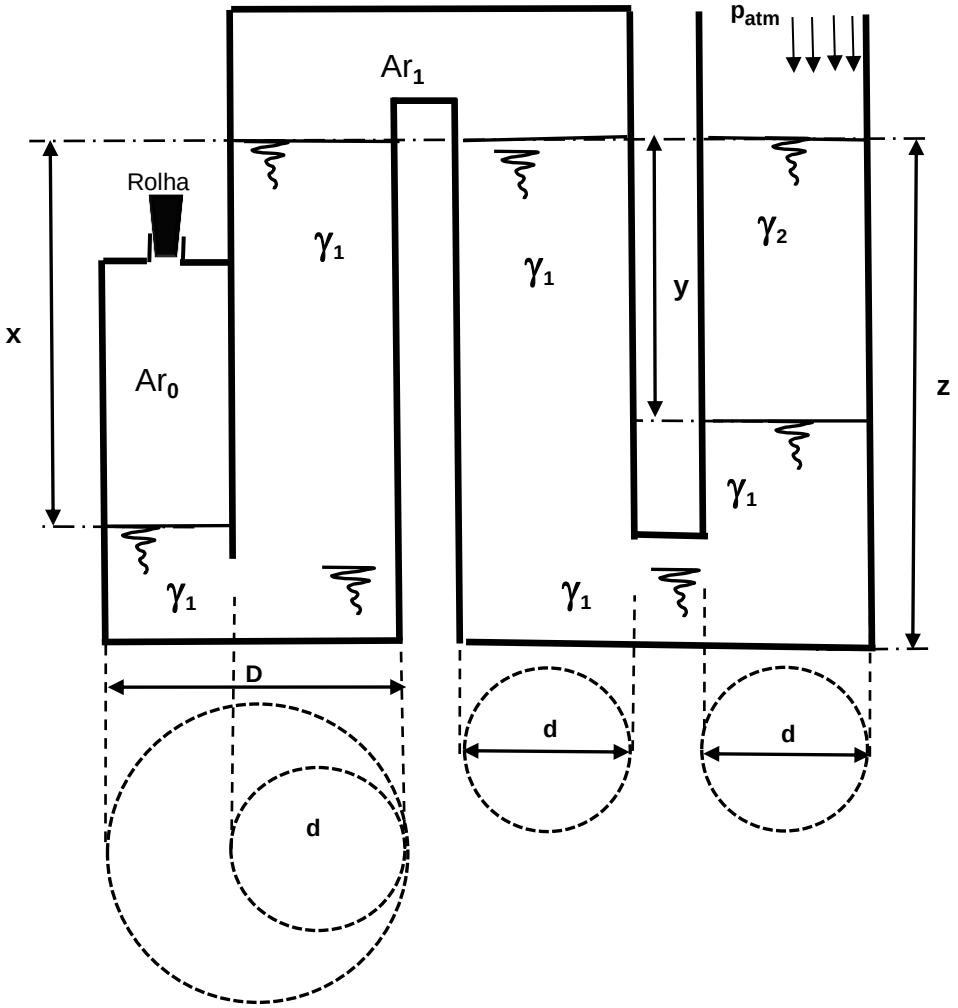
6 Na figura, a superfície da água está em (A), pois neste nível a pressão absoluta do ar é de 104 kPa. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manômetro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25 cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/L, o peso específico do mercúrio de 136 N/L 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?



7

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 ?