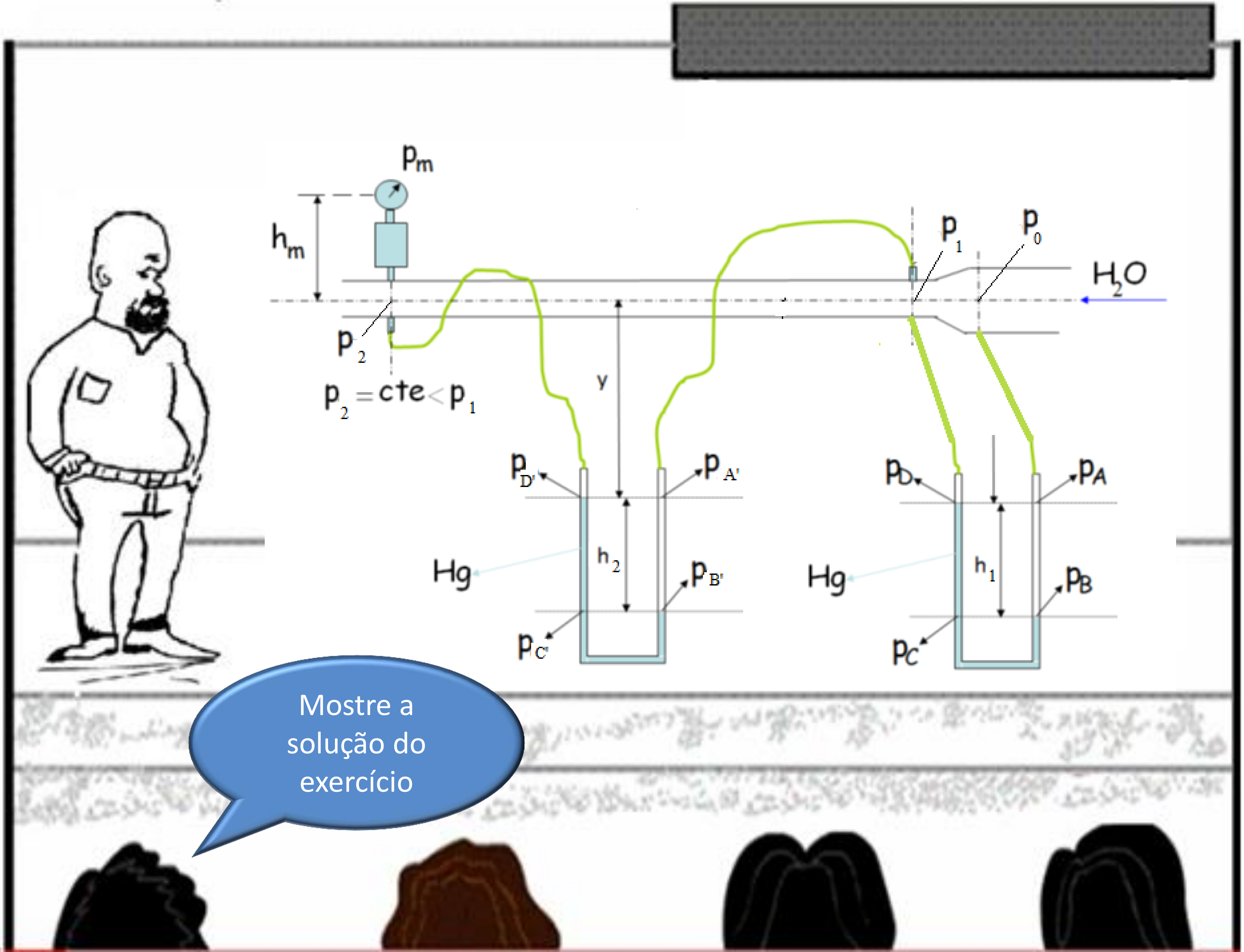
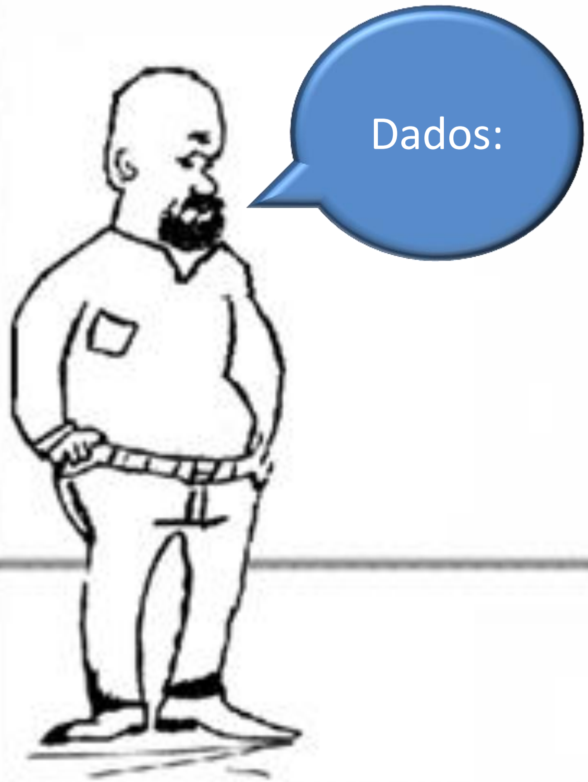
Segunda aula de FT
Segundo semestre de 2014



p_m
h_m
p_1
p_0
H_2O
p_2
$p_2 = cte < p_1$
y
$p_{D'}$
$p_{A'}$
Hg
h_2
$p_{B'}$
$p_{C'}$
p_D
p_A
Hg
h_1
p_B
p_C
Mostre a solução do exercício



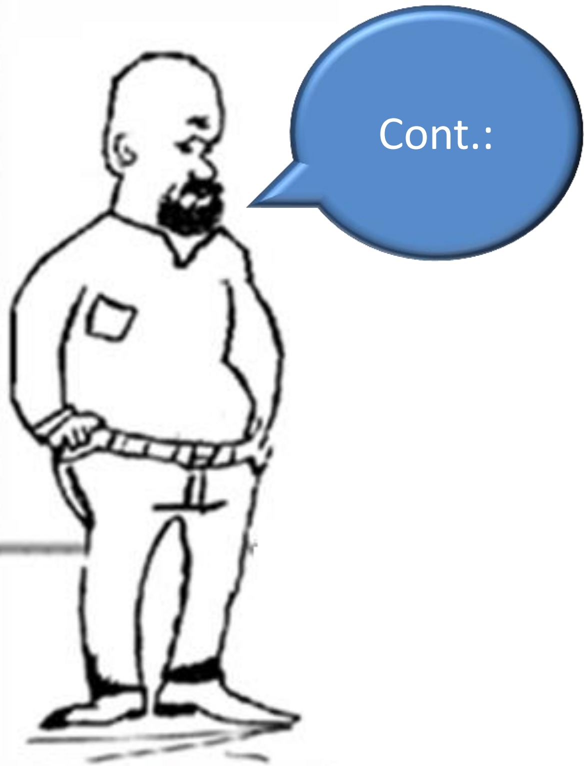
$$\rho_{água} = 996,7\,\frac{kg}{m^3};\ h_1 = 125mm;\ h_2 = 182mm;$$

$$\rho_{Hg} = 13534\,\frac{kg}{m^3};\ p_m = 13psi;\ H = h_m = 23cm;$$

$$g = 9,8\,\frac{m}{s^2}.$$

$$14,7psi = 101234Pa$$

$$13psi = xPa \therefore x = \frac{13 \times 101234}{14,7} \cong 89526,7Pa$$



$$p_2 = p_{m_2} + \gamma \times h_m = 89526{,}7 + 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}23$$

$$p_2 \cong 91773{,}3\text{Pa}$$

$$p_{D'} = p_2 + \gamma_{H_2O} \times y = 91773{,}3 + \gamma_{H_2O} \times y$$

$$p_{C'} = p_{D'} + \gamma_{Hg} \times h_2$$

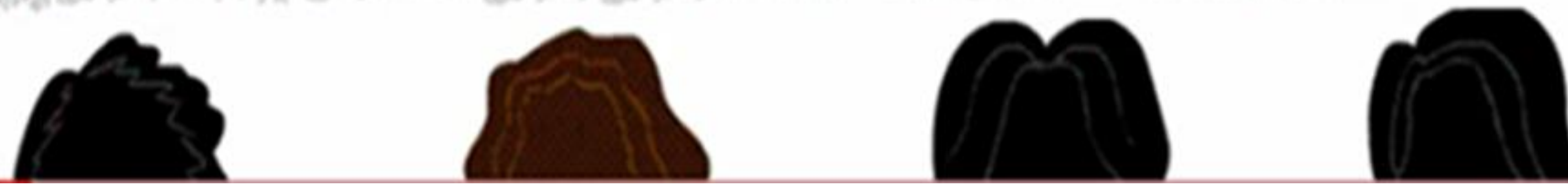
$$p_{C'} = 91773{,}3 + \gamma_{H_2O} \times y + 13534 \times 9{,}8 \times 0{,}182$$

$$p_{C'} \cong 115912{,}5 + \gamma_{H_2O} \times y = p_{B'}$$

$$p_{B'} = p_{A'} + \gamma_{H_2O} \times h_2 \therefore p_{A'} = p_{B'} - \gamma_{H_2O} \times h_2$$

$$p_{A'} = 115912{,}5 + \gamma_{H_2O} \times y - 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}182$$

$$p_{A'} \cong 114134{,}8 + \gamma_{H_2O} \times y$$



$$p_{A'} = p_1 + \gamma_{H_2O} \times y$$

$$p_1 = p_{A'} - \gamma_{H_2O} \times y = 114134{,}8 + \gamma_{H_2O} \times y - \gamma_{H_2O} \times y$$

$$p_1 = 114134{,}8\,Pa$$

$$P_D = p_1 + \gamma_{H_2O} \times y$$

$$P_C = p_D + \gamma_{Hg} \times h_1 = p_1 + \gamma_{H_2O} \times y + \gamma_{Hg} \times h_1 = p_B$$

$$P_B = p_A + \gamma_{H_2O} \times h_1$$

$$p_A = P_B - \gamma_{H_2O} \times h_1 = p_1 + \gamma_{H_2O} \times y + h_1\left(\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}\right)$$

$$P_A = p_2 + \gamma_{H_2O} \times y$$

$$p_2 = P_A - \gamma_{H_2O} \times y$$

$$p_2 = p_1 + \gamma_{H_2O} \times y + h_1 \times \left(\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}\right) - \gamma_{H_2O} \times y$$

$$P_2 = 114134{,}8 + 0{,}125 \times (13534 - 996{,}7) \times 9{,}8 \cong 129493\,Pa$$

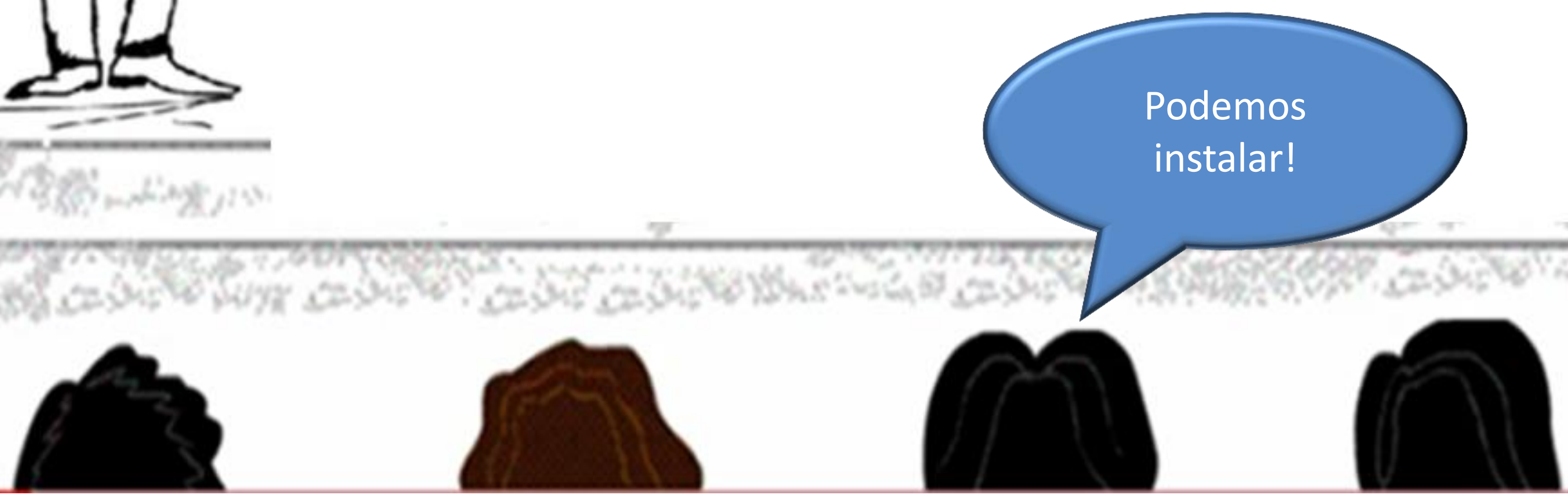
$$P_2 \cong 129493Pa$$

$$p_{min} = 9{,}2mca$$

$$10{,}33mca = 101234Pa$$

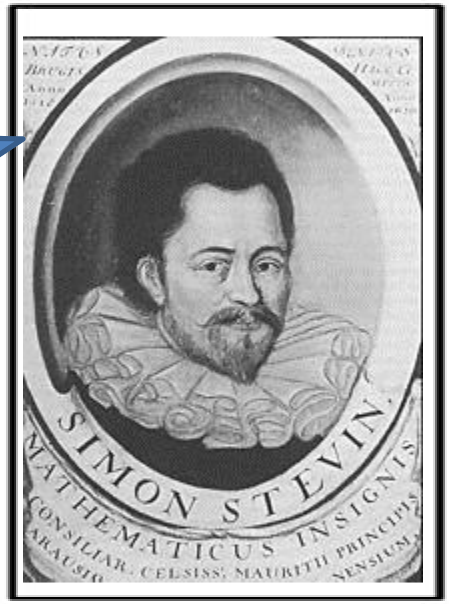
$$9{,}2mca = x' \therefore x' = \frac{9{,}2 \times 101234}{10{,}33} \cong 90160Pa$$

$$P_2 > 90160Pa$$



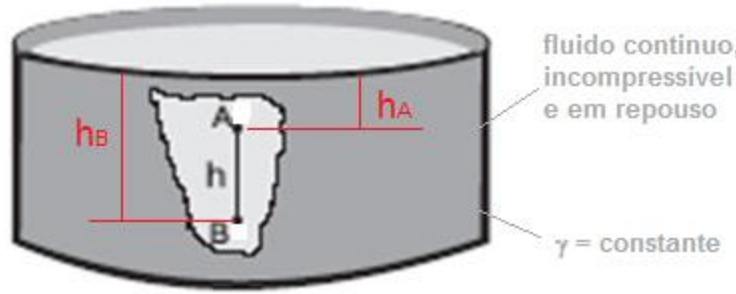

A solução apresentada nos permite evocar o teorema de Stevin.
E qual é o teorema de Stevin?

Teorema de Stevin



$$p_A = \gamma \times h_A \rightarrow p_B = \gamma \times h_B$$

$$p_B - p_A = \gamma \times \left(h_B - h_A\right) = \gamma \times h$$

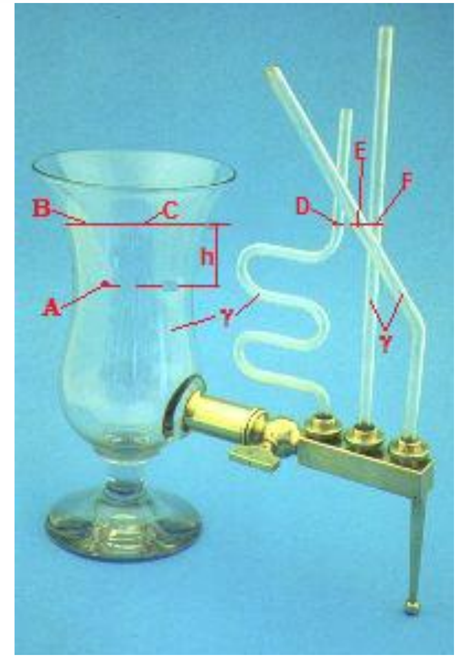


Simon Stevin (1548 - 1620)

Enunciado: a diferença de pressão entre dois pontos fluidos, pertencentes a um fluido contínuo, incompressível e em repouso é igual ao produto do seu peso específico pela diferença de cotas entre os pontos.

O que podemos concluir deste enunciado?

Conclusões de Stevin

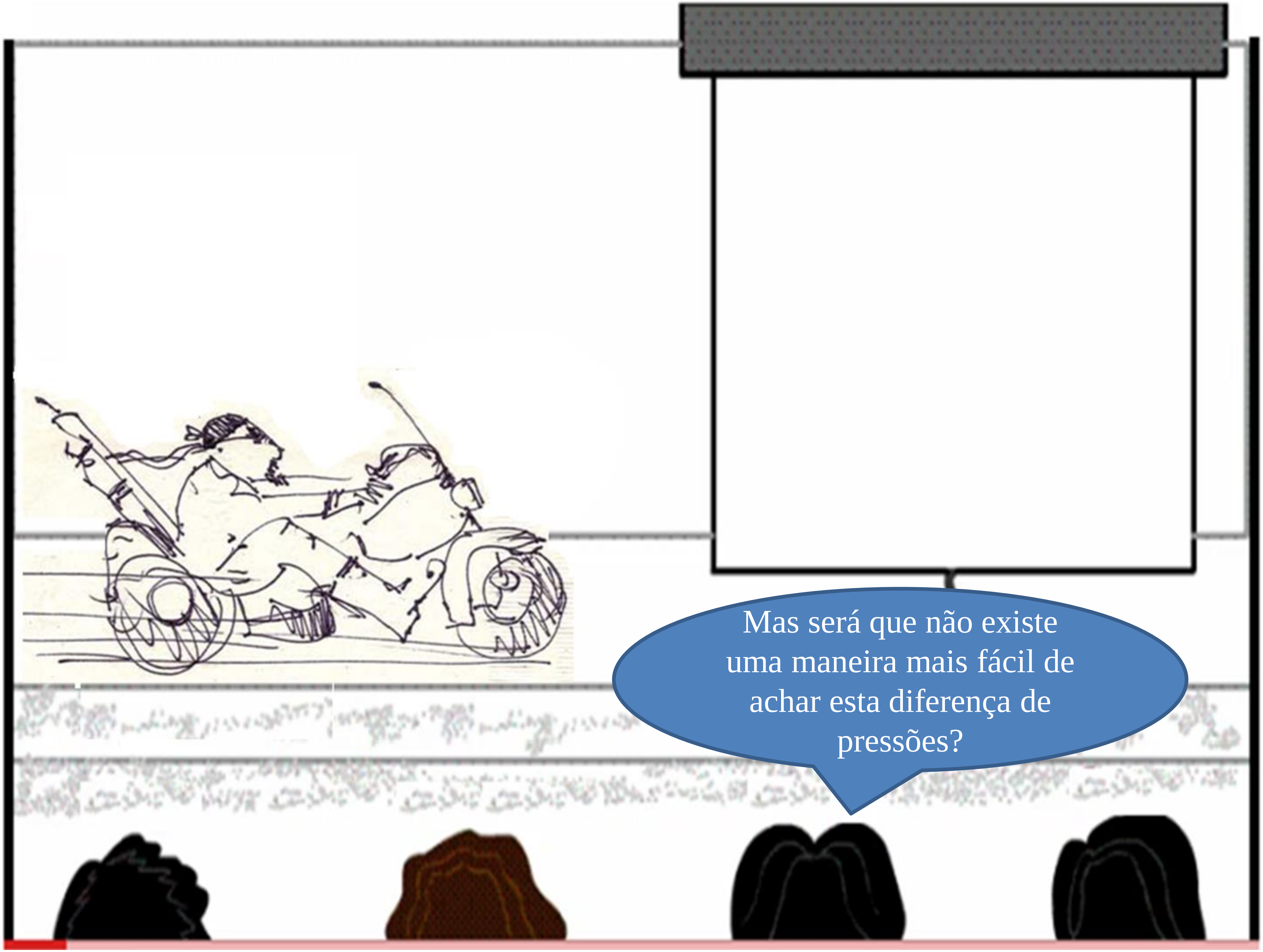


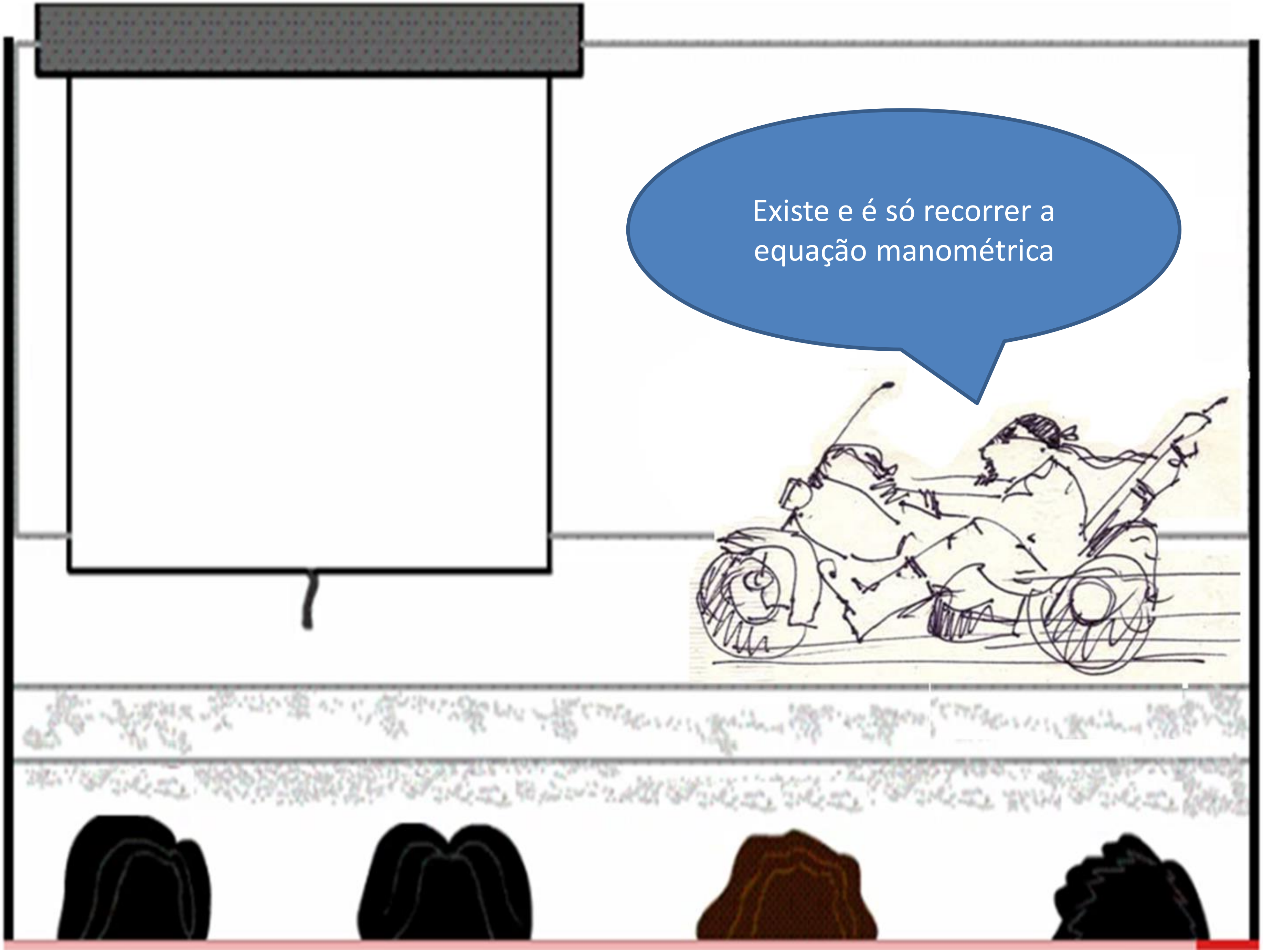
$$p_A - p_B = p_A - p_C = p_A - p_D = p_A - p_E = p_A - p_F = \gamma \times h$$

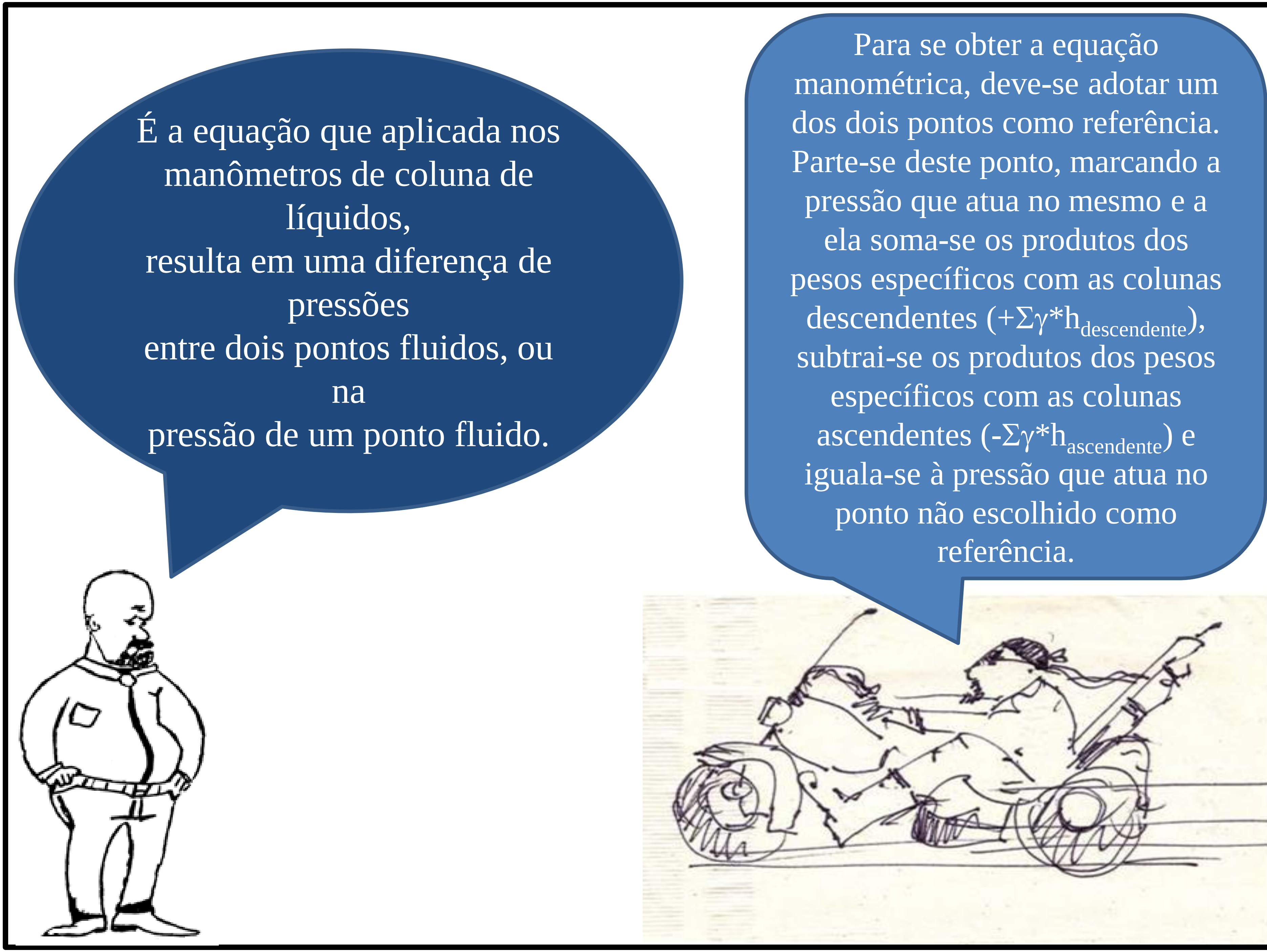
$$\therefore p_B = p_C = p_D = p_E = p_F$$

Conclusões:

1. Em um plano horizontal em um meio fluido todos os seus pontos estão submetidos a mesma pressão.
2. A pressão de um ponto fluido não depende da distância entre os pontos, depende só da diferença de cotas.
3. A pressão do ponto fluido não depende do formato do recipiente.


Mas será que não existe uma maneira mais fácil de achar esta diferença de pressões?


Existe e é só recorrer a
equação manométrica

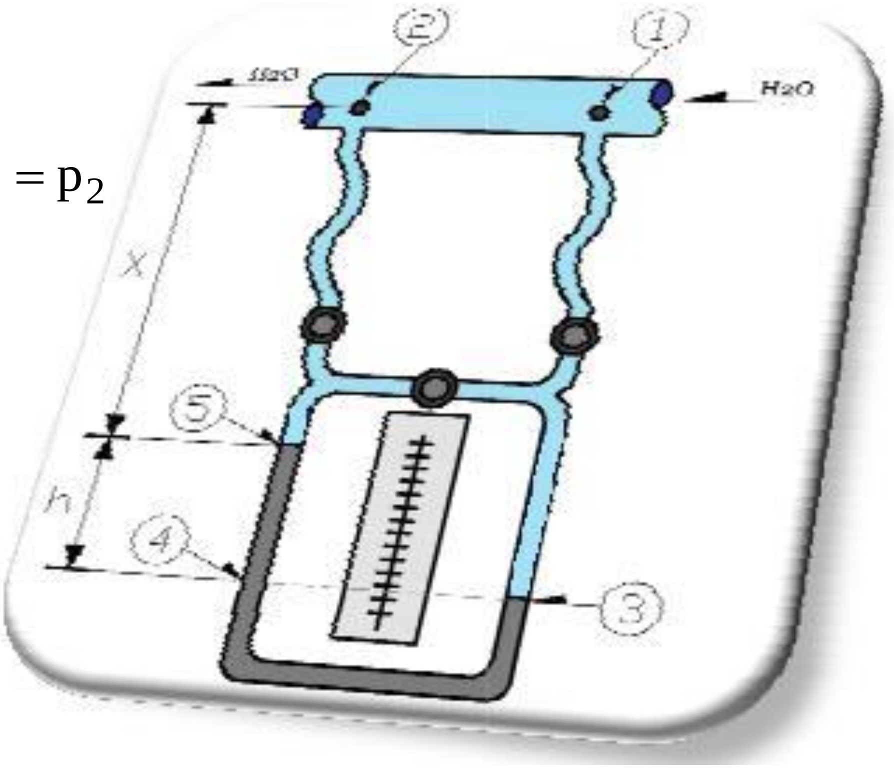

É a equação que aplicada nos manômetros de coluna de líquidos, resulta em uma diferença de pressões entre dois pontos fluidos, ou na pressão de um ponto fluido.
Para se obter a equação manométrica, deve-se adotar um dos dois pontos como referência. Parte-se deste ponto, marcando a pressão que atua no 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):

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

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



Pela equação manométrica temos:

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

$$\left.\begin{array}{l} 101234\text{Pa} \Leftrightarrow 14{,}7\text{psi} \\ x\text{Pa} \Leftrightarrow 13\text{psi} \end{array}\right\} \Rightarrow x \cong 89526{,}7\text{psi}$$

$$89526{,}7 + 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}23 + 13534 \times 9{,}8 \times 0{,}182 - 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}182$$

$$+ 13534 \times 9{,}8 \times 0{,}125 - 996{,}7 \times 9{,}8 \times 0{,}125 = p_0$$

$$\therefore p_0 \cong 129493\text{Pa}$$

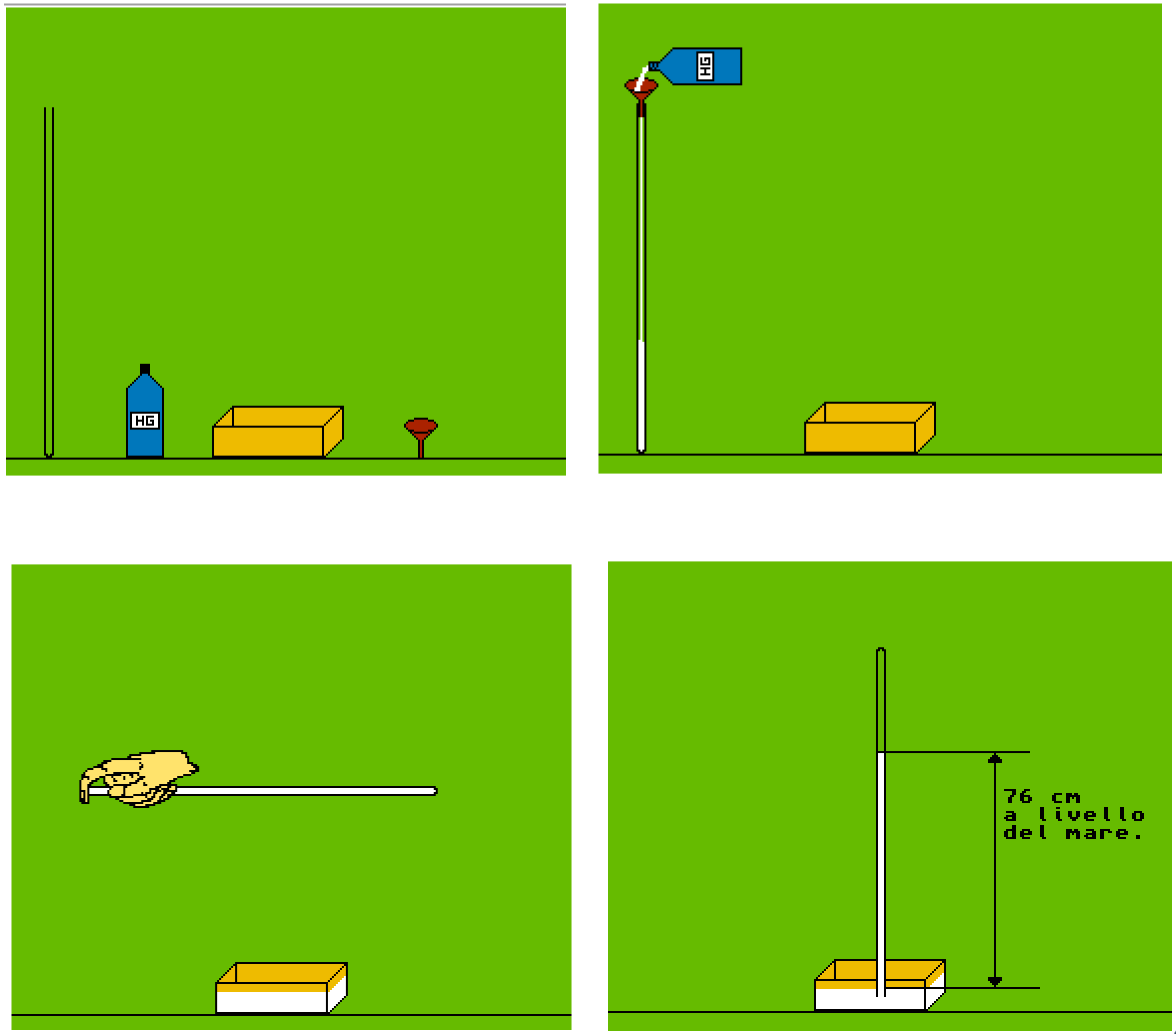
$$h = \frac{p_0}{\gamma} = \frac{129493}{1000 \times 9{,}8} \cong 13{,}2\text{mca} > 9{,}2\text{mca}$$

Resposta: pode instalar o aparelho


Nova reflexão!
Vamos procurar aplicar o conceito de pressão em um ponto do gás.
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:

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

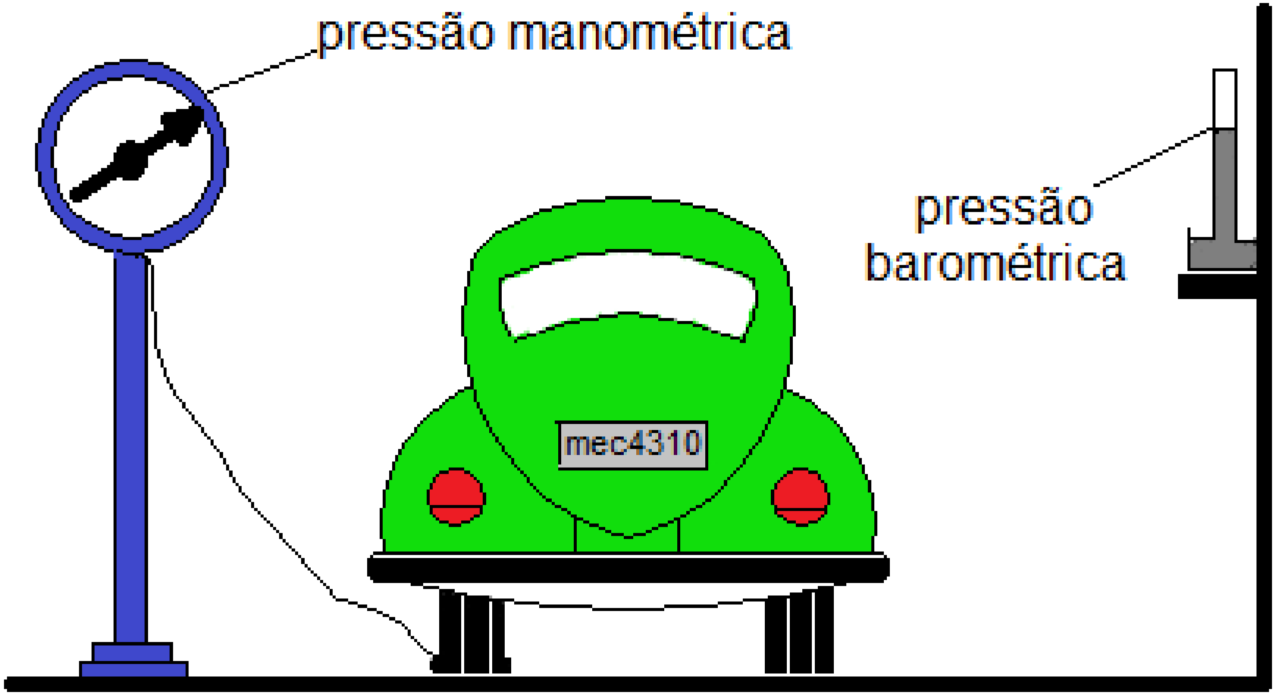
$$p_{barométrica} = p_{absoluta}$$

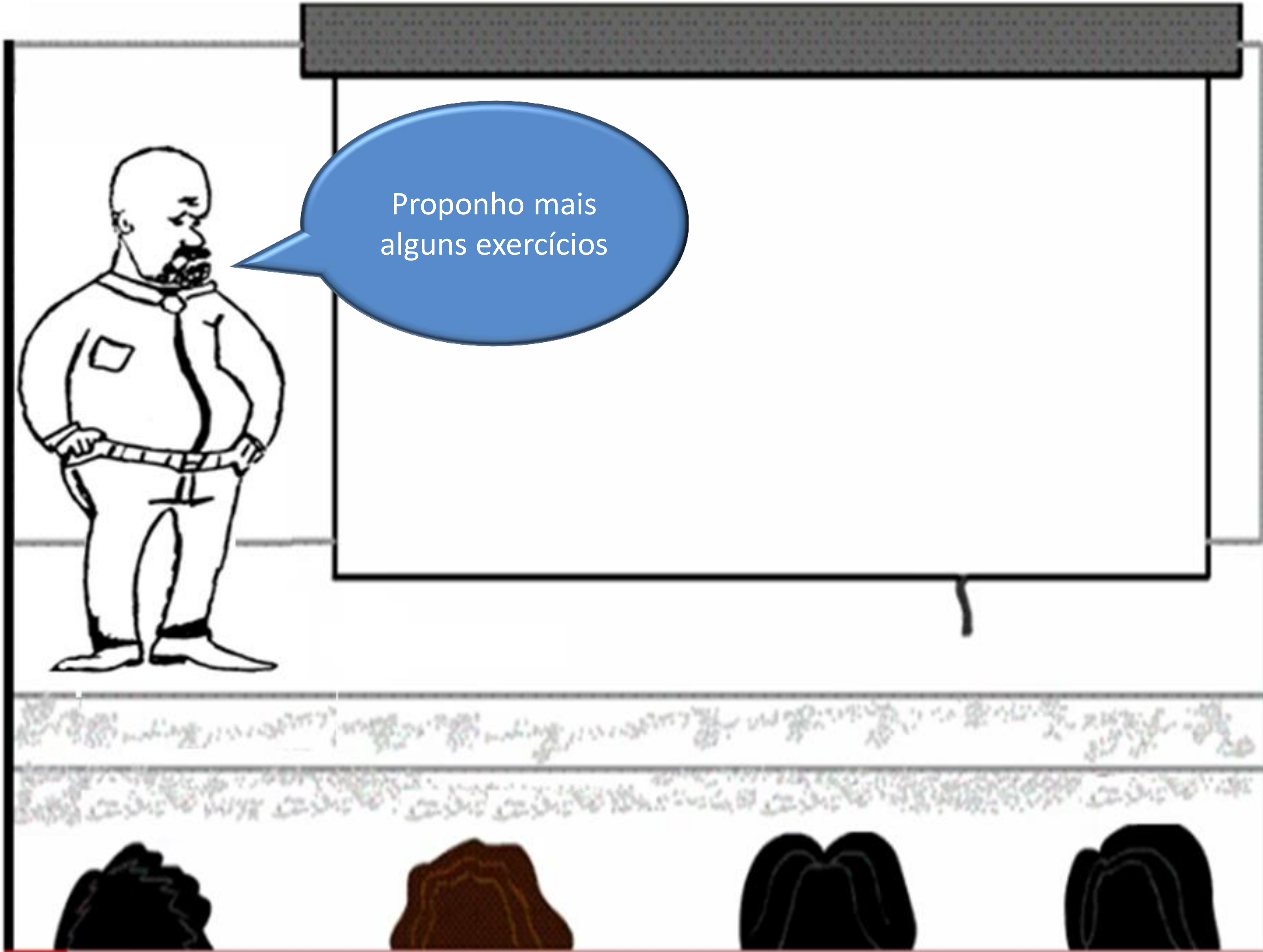
$$p_{absoluta} = p_{efetiva} + p_{atm_{local}}$$

$$p_{manométrica} = p_{efetiva}$$

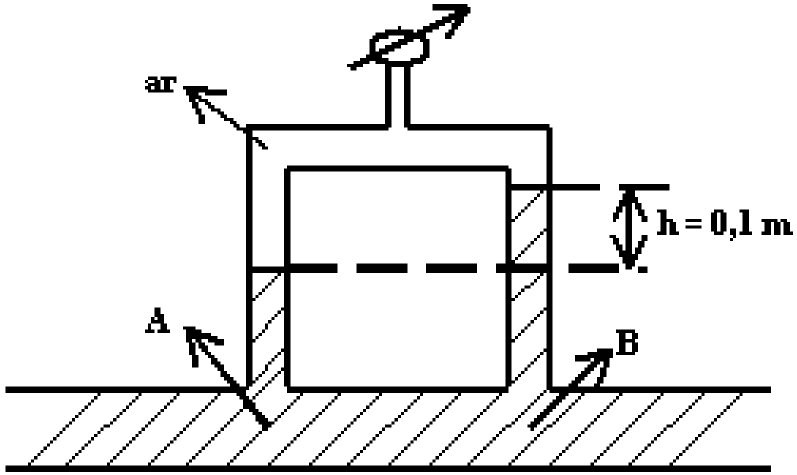
$$p_{barométrica} = p_{manométrica} + p_{atm_{local}}$$

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




Proponho mais alguns exercícios

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 :

$\rho_{água} = 1000 kg/m^3;$

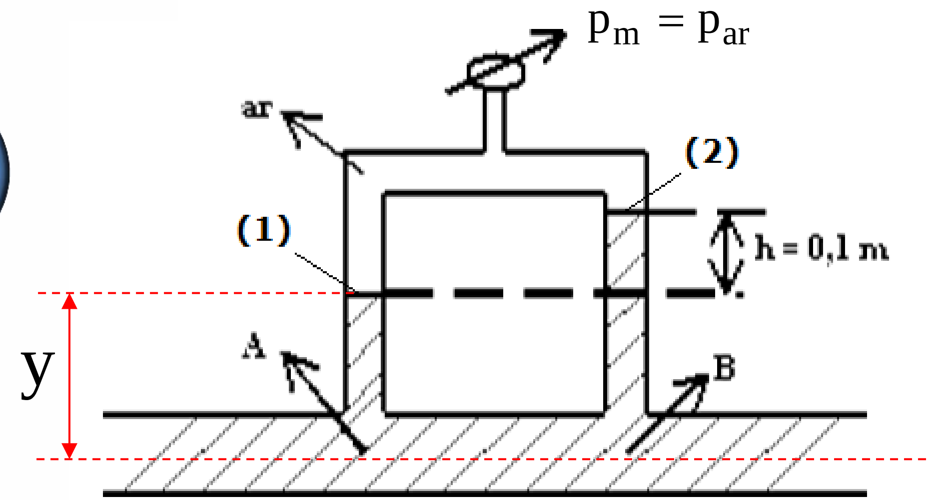
$\rho_{ar} = 1{,}2 kg/m^3;$

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

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)

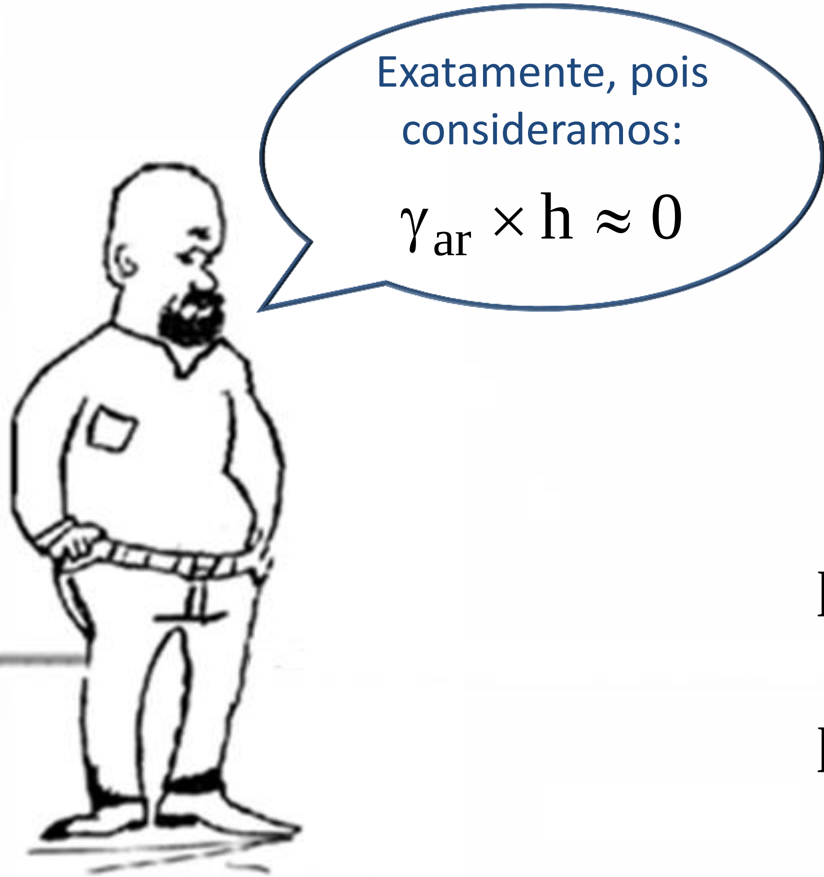
Parece tranquila a solução!

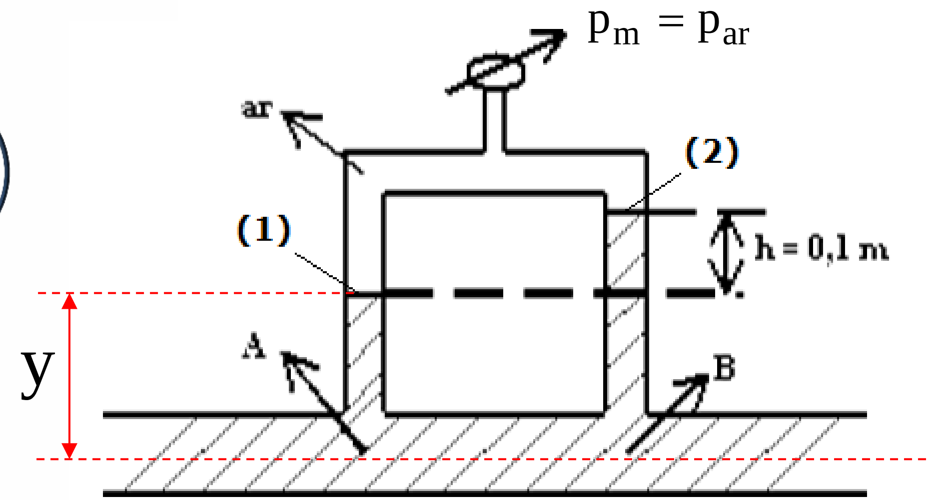


$$p_B = p_{ar} + 0{,}1 \times 1000 \times 9{,}8 + y \times \gamma_{H_2O}$$

$$p_A = p_{ar} + y \times \gamma_{H_2O}$$

$$\therefore p_B - p_A = 980 \frac{N}{m^2}$$



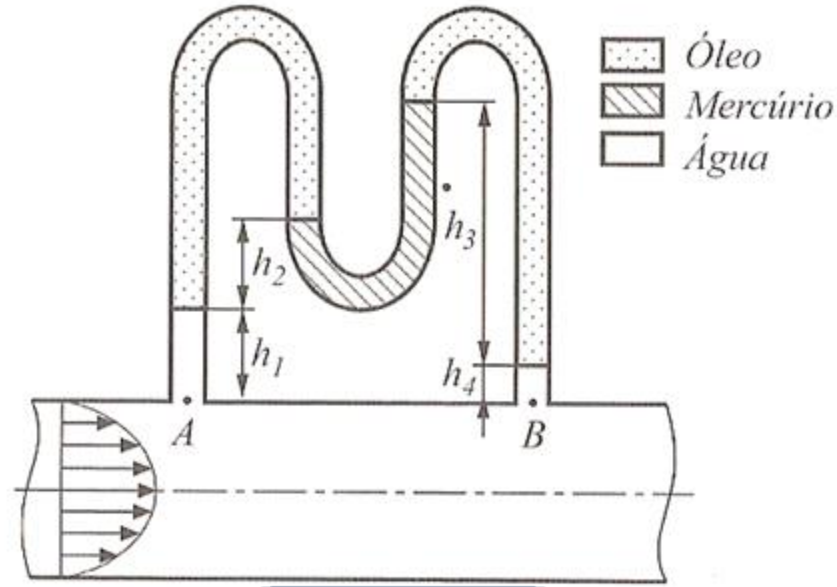


$$p_{abs} = p + p_{atm_{local}}$$

$$p_{abs} = 10^4 + 10^5 = 110000 \frac{N}{m^2}$$

Exercício Proposto

Enunciado: Na instalação apresentada, verifica-se uma queda de pressão entre os pontos *A* e *B*, devido às perdas por atrito no escoamento de água dentro da tubeira horizontal. Calcule a diferença de pressão entre estes pontos, sabendo que o óleo tem densidade relativa $d_{óleo} = 0.8$ e $h_1 = 5\,cm$, $h_2 = 5\,cm$ $h_3 = 12\,cm$, $h_4 = 1\,cm$.



Solução

$$p_A - 1000 \times 9{,}8 \times 0{,}05 - 0{,}8 \times 1000 \times 9{,}8 \times 0{,}05$$
$$-(0{,}13 - 0{,}1) \times 13600 \times 9{,}8 + 0{,}8 \times 1000 \times 9{,}8 \times 0{,}12$$
$$+1000 \times 9{,}8 \times 0{,}01 = p_B$$

$$p_A - 3841{,}6 = p_B \therefore p_A - p_B = 3841{,}6 \frac{N}{m^2} \text{(ou Pa)}$$

Para a situação representada, como p_A é maior que p_B, podemos afirmar que o escoamento é de A para B.

Exercício Proposto

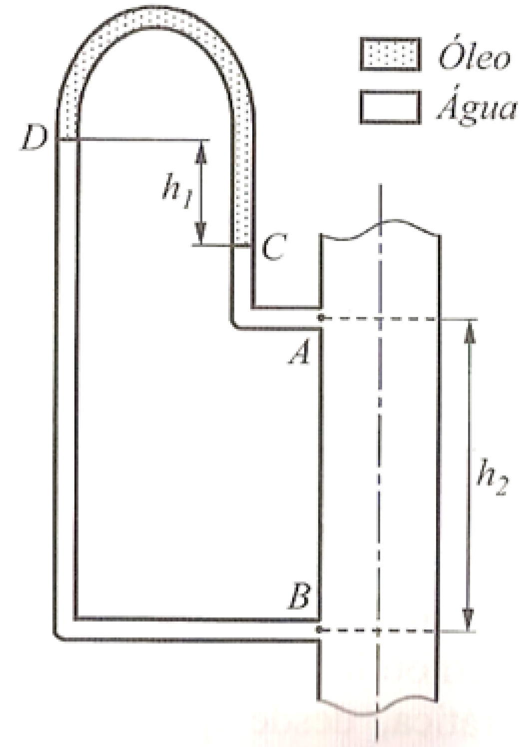
Enunciado: Considere o manómetro representado na figura, o qual mede a diferença de pressão entre os pontos *A* e *B*. Existe um escoamento de água através da tubeira vertical.

a) Qual a diferença de pressão medida?

b) O escoamento na tubeira vertical dá-se no sentido ascendente ou descendente?

Outros dados:

$$\rho_{óleo} = 750\,kg/m^3\ ,\ h_1 = 0.4\,m\ ,\ h_2 = 3\,m$$



Solução

$$p_A - 750 \times 9{,}8 \times 0{,}4 + 1000 \times 9{,}8 \times 0{,}4 + 1000 \times 9{,}8 \times 3 = p_B$$

$$p_A + 30380 = p_B$$

$$\therefore p_B - p_A = 30380 \frac{N}{m^2} (\text{ou Pa})$$

Para a situação representada, como p_A é menor que p_B, podemos afirmar que o escoamento é de B para A.