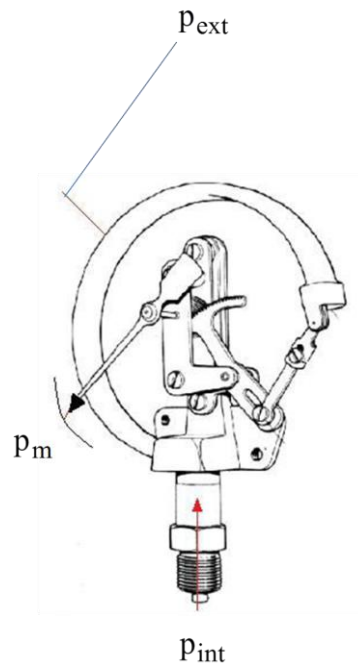


15. Pressão manométrica é a pressão registrada por um manômetro metálica tipo Bourdon e que é sinônimo de pressão efetiva ou relativa (figura 10)



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

Equação 6

Se a pressão externa for a pressão atmosférica, temos:

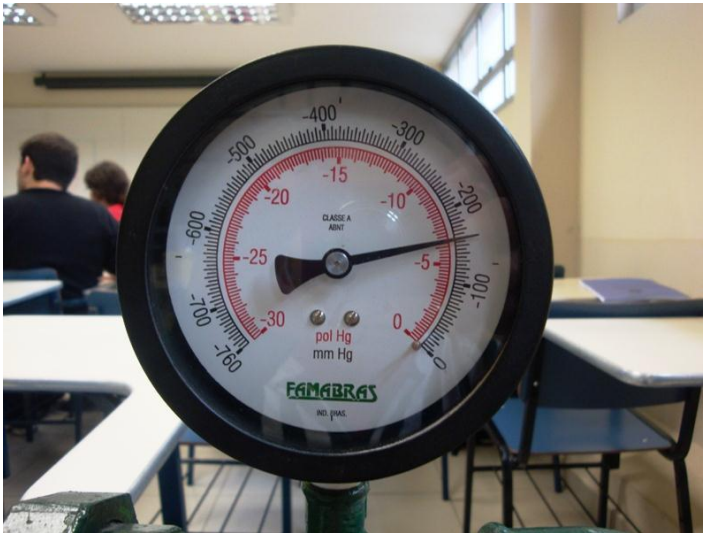
$$p_m = p_{int}$$

Figura 10



MANÔMETRO METÁLICO TIPO BOURDON

Se só existir a escala positiva o aparelho é chamado de manômetro, só escala negativa é chamado de vacuômetro e ambas é chamado de manovacuômetro



vacuômetro



manômetro



16. Vazão em volume (Q)

É a quantidade em volume de um fluido que atravessa uma dada seção por unidade do tempo (equação 7 e figura 11)

$$Q = \frac{V}{t}$$

equação 7



vazão = Q

$$Q = \frac{\text{volume}}{\text{tempo}} = \frac{V}{t}$$

$$V = A_{\text{tanque}} \times \Delta h$$

$$A_{\text{tanque}} = \dots\dots\dots \text{m}^2$$



Figura 11

No laboratório ao recorrer a equação 7 para a determinação da vazão, estaremos calculando a vazão de forma direta.

17. Importante observar que as pressões nas figuras 12 e 13 são medidas por aparelhos instalados perpendicularmente ao escoamento o que caracteriza serem pressões estáticas, mesmo porque os fluidos no interior dos aparelhos (manômetro metálico e manômetro diferencial em forma de U) encontram-se em repouso.

Importante observar que mantida a vazão constante os valores não mudam com o decorrer do tempo e isto nos permite trabalhar com pressões médias nas seções.



Figura 12

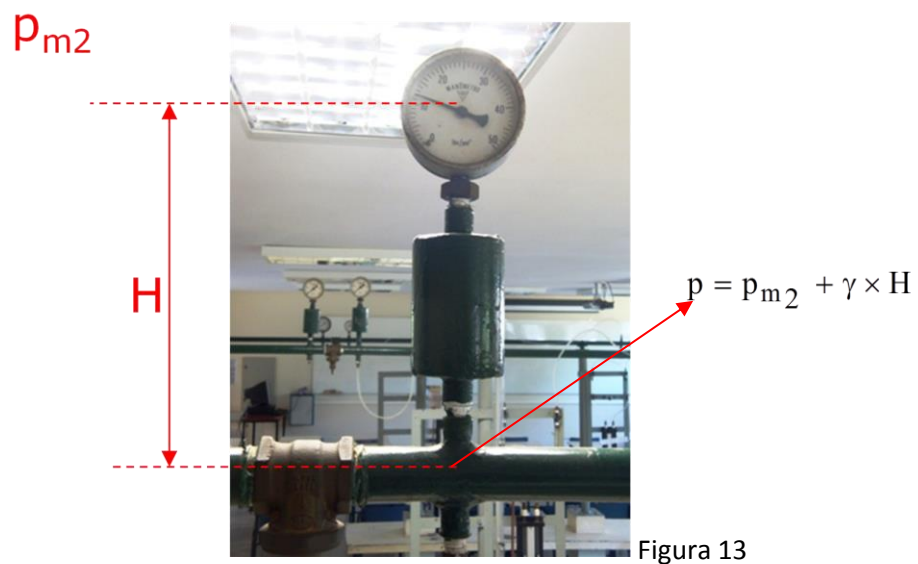


Figura 13

18. Dados representados na figura 14 para resolver o primeiro problema proposto (figura 15).

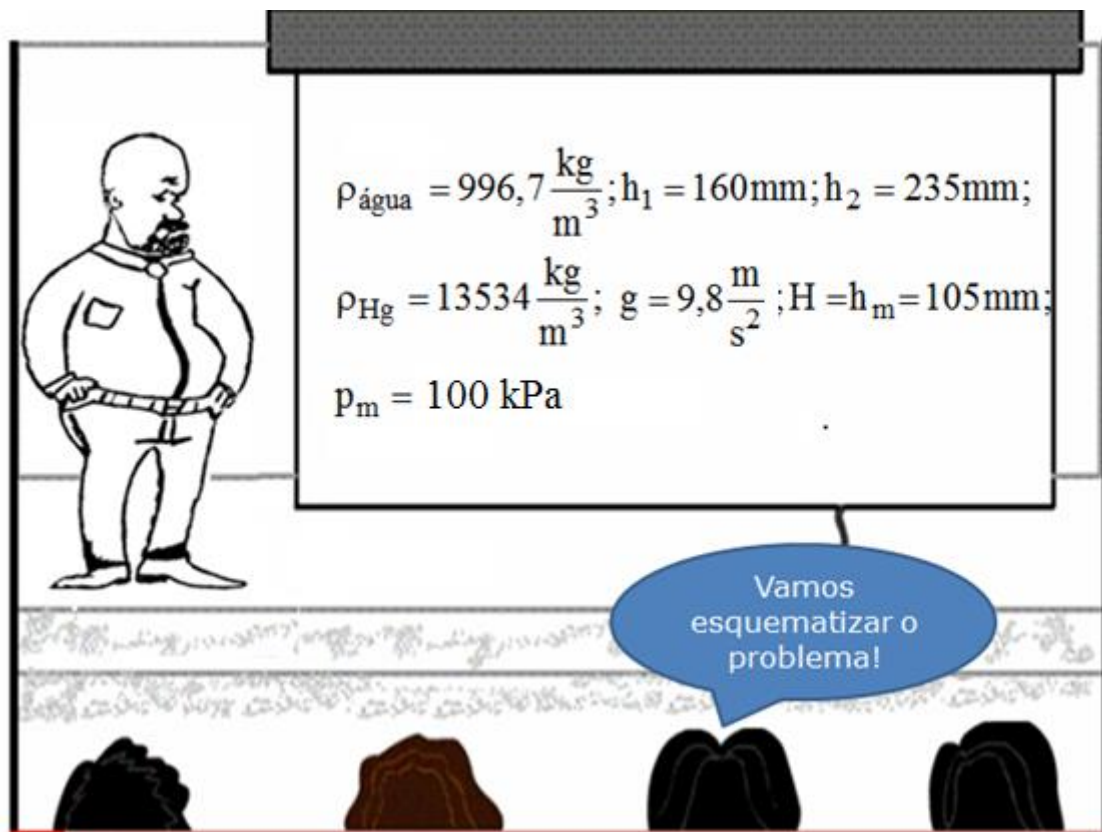


Figura 14

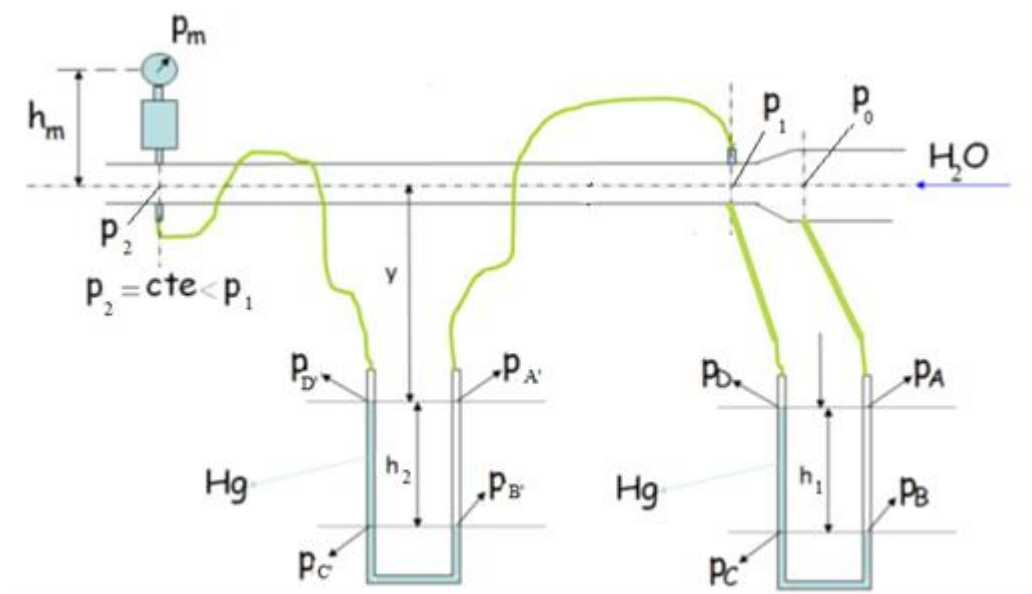


Figura 15

É função do engenheiro facilitar o seu trabalho e a solução anterior, como foi aplicada várias vezes pode nos expor a erros, por este motivo vamos minimizar o trabalho para obtenção da solução através do conceito de 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 ($+\sum \gamma \cdot h_{\text{descendente}}$), subtrai-se os produtos dos pesos específicos com as colunas ascendentes ($-\sum \gamma \cdot h_{\text{ascendente}}$) e iguala-se à pressão que atua no ponto não escolhido como referência.

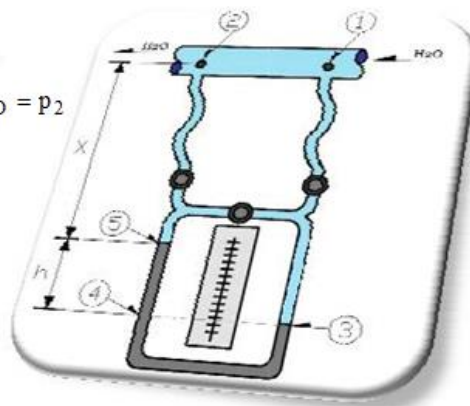


Aplicando-se a equação manométrica ao esboço abaixo, resulta:

Adotando - se como referência o ponto (1):

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

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



Pela equação manométrica temos:

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

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

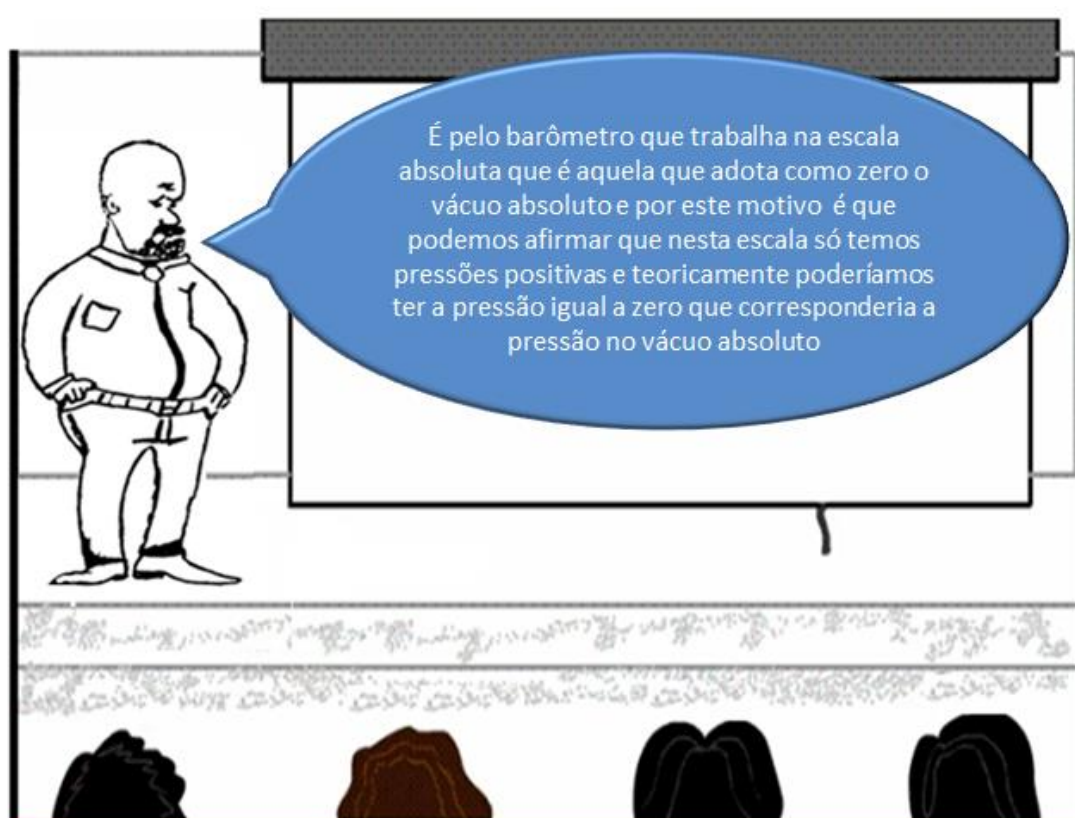
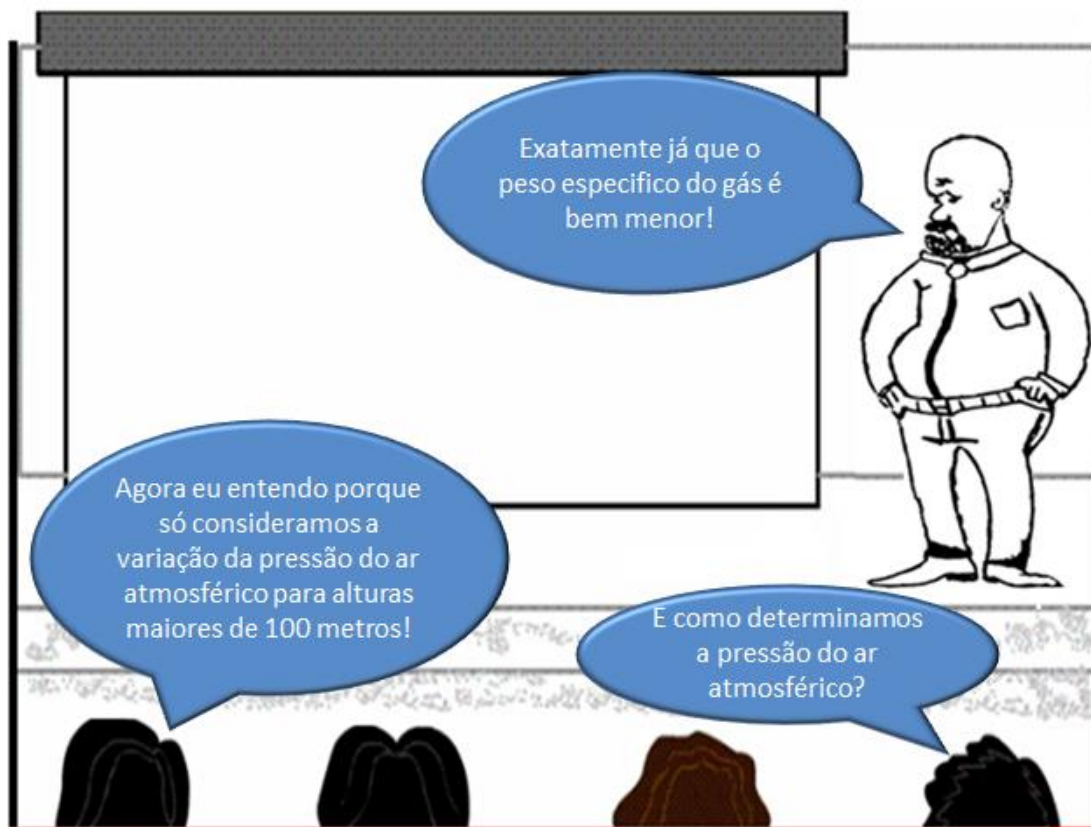
$$82640 + 996,7 \times 9,8 \times 0,105 + 13534 \times 9,8 \times 0,235 - 996,7 \times 9,8 \times 0,235 \\ + 13534 \times 9,8 \times 0,160 - 996,7 \times 9,8 \times 0,160 = p_0$$

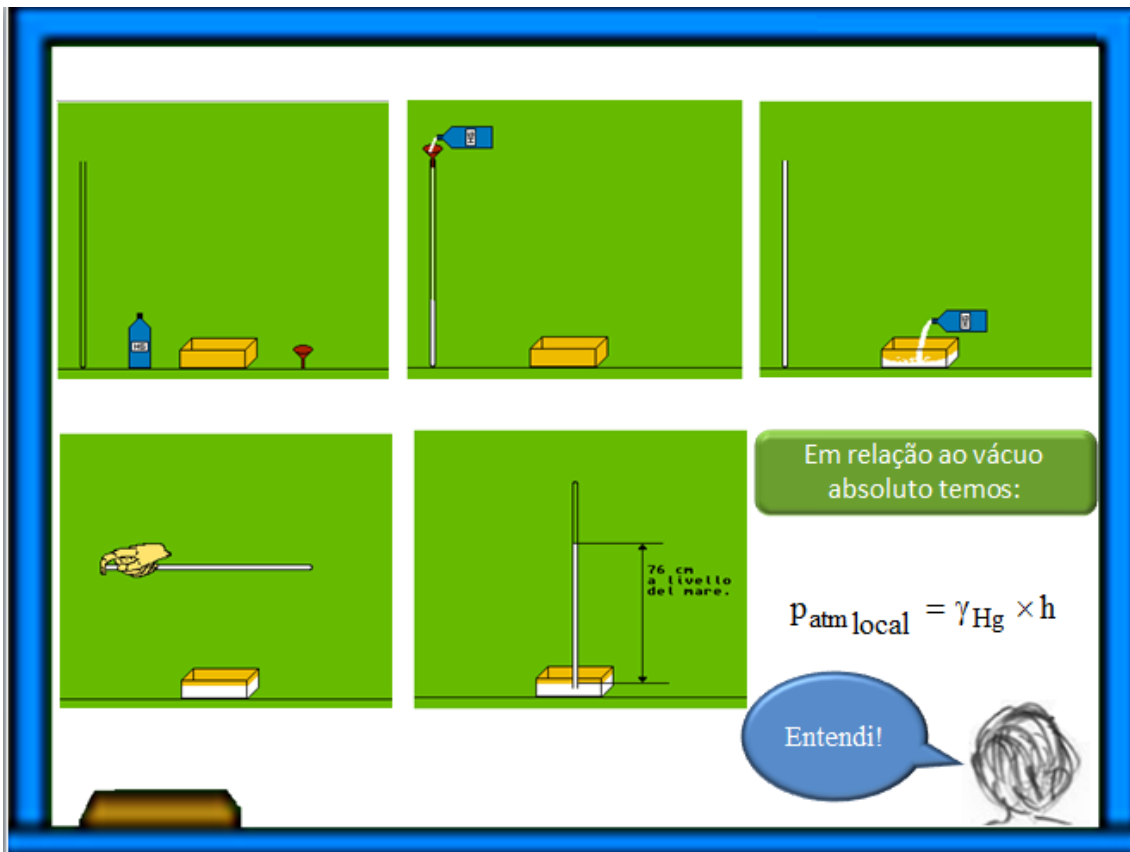
$$\therefore p_0 \cong 132197,5\text{Pa}$$

$$h = \frac{p_0}{\gamma} = \frac{132197,5}{1000 \times 9,8} \cong 13,5\text{mca} > 9,2\text{mca}$$

Resposta: pode instalar o aparelho







$$P_{barométrica} = P_{absoluta}$$

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

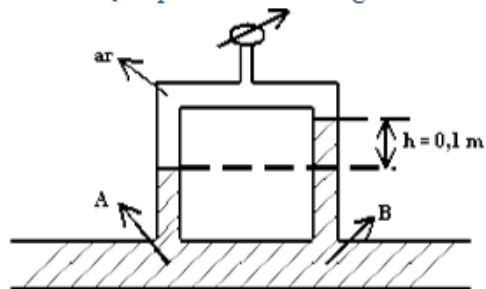
$$P_{manométrica} = P_{efetiva}$$

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





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 :

$$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg / m}^3;$$

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

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

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

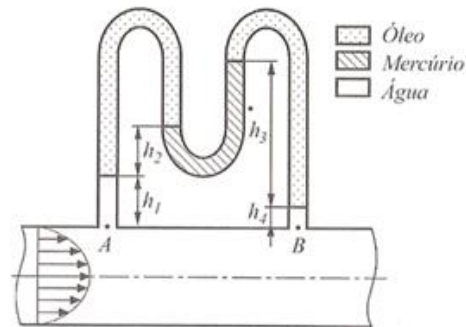
1. determine o diferencial de pressão entre os pontos A e B, em Pa; (valor: 2,5 pontos)
2. calcule a pressão absoluta no interior da camada de ar, sendo a leitura do manômetro de Bourdon $P_{\text{man}} = 10^4 \text{ Pa}$, e a pressão atmosférica local $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$; (valor: 2,5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

Parece tranquila a solução!



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 $d_{\text{óleo}} = 0.8$ e $h_1 = 5 \text{ cm}$, $h_2 = 5 \text{ cm}$, $h_3 = 12 \text{ cm}$, $h_4 = 1 \text{ cm}$.

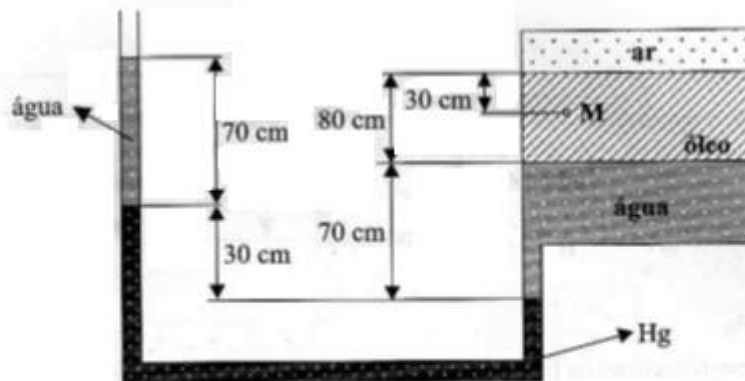


Vamos aprender fazendo!

2.8 Determinar as pressões efetivas e absolutas:

- 1) do ar;
- 2) no ponto M, na configuração a seguir.

Dados: leitura barométrica 740 mmHg; $\gamma_{\text{óleo}} = 8.500 \text{ N/m}^3$; $\gamma_{\text{Hg}} = 136.000 \text{ N/m}^3$.



Resp.: 1) $p_a = 34 \text{ kPa}$; $p_{a, \text{abs}} = 134 \text{ kPa (abs)}$

2) $p_M = 36,55 \text{ kPa}$; $p_{M, \text{abs}} = 136,55 \text{ kPa (abs)}$