

Desejando praticar a certeza que o engenheiro precisa resolver problemas, pede-se verificar a possibilidade de instalar um certo aparelho X na seção (0) da bancada representada pelas figuras 1 e 2, sabendo que o aparelho necessita ser alimentado por uma pressão mínima de 9 mca (metro de coluna d'água) para ter um funcionamento eficiente.



Figura 1

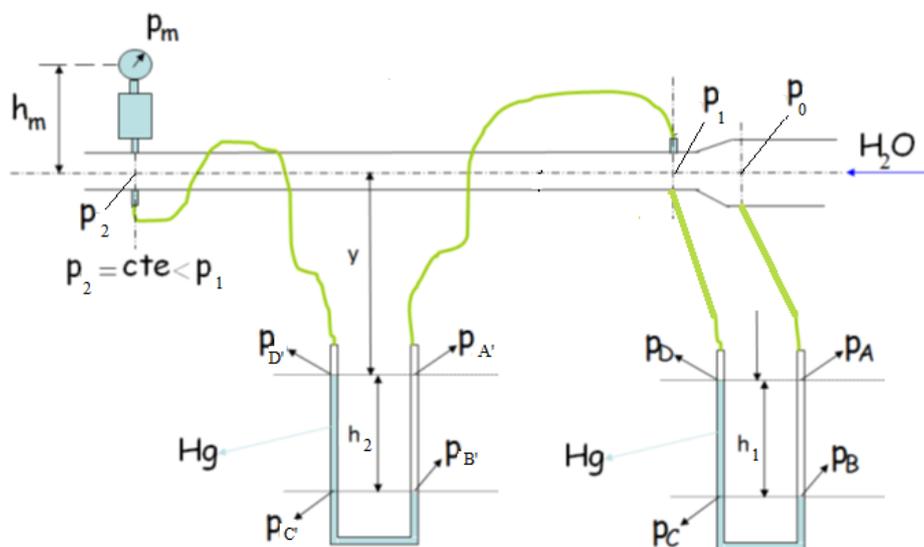


Figura 2

Importante salientar que a condição de pressão mínima na seção (0) deve ser atingida para a bancada funcionando com a vazão máxima, que deve ser determinada como mostra a figura 3.



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 3

Para viabilizar a solução do problema proposto necessitamos conhecer os conceitos que serão abordados a seguir.

1. Massa específica (ρ)

Massa específica é a massa (m) por unidade de volume (V) (equação 1)

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow [\rho]_{SI} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{equação 1}$$

2. Peso específico (γ)

Peso específico é o peso (G) por unidade de volume (V) (equação 2)

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{m \times g}{V} = \rho \times g \rightarrow [\gamma]_{SI} = \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \quad \text{equação 2}$$

3. Fluido incompressível é aquele que ao longo do seu escoamento mantém a massa específica (ρ) e o peso específico (γ) constantes e para isto acontecer o escoamento considerado tem que ocorrer com a temperatura constante (escoamento isotérmico).

4. Instalação de recalque que é a instalação hidráulica que apresenta um escoamento **não** espontâneo, por exemplo o caso em que o fluido é transportado de uma cota inferior para uma cota superior.

A instalação de recalque pode ser caracterizada por três partes:

- a. tubulação antes da bomba hidráulica que em alguns casos (bomba instalada acima do nível de captação) é denominada de tubulação de sucção;
- b. bomba hidráulica;
- c. tubulação após a bomba que é denominada de tubulação de recalque.

Observação: a bancada do laboratório (sala IS01 do Centro universitário da FEI)
figuras 4, 5 e 6

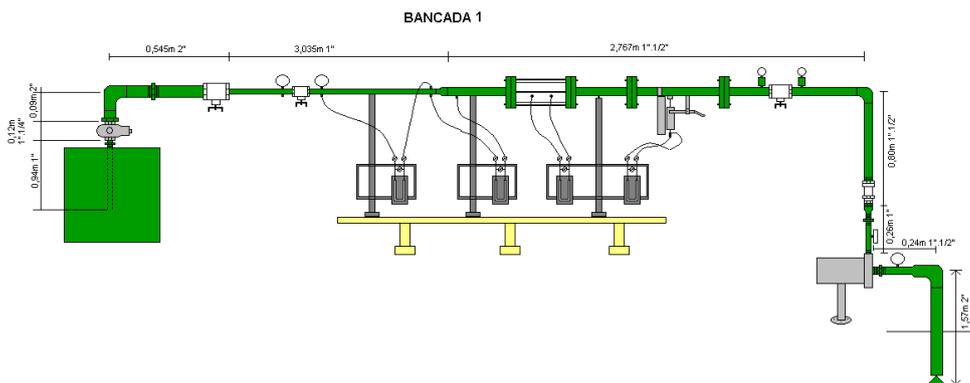


Figura 5



Figura 6

$$p_{m_s} = 190\text{kPa} \quad p_{me} = -150 \text{ mmHg}$$



Figura 7

Ao lermos em uma das bancadas as pressões na seção de entrada da bomba (-150 mmHg) e na seção de saída da bomba (190 kPa) fica evidenciado que a bomba é um dispositivo projetado para fornecer pressão ao fluido, por outro lado, analisando as suas unidades ($\text{kPa} = 1000\text{Pa} = 1000 \text{ N/m}^2$ e mmHg) fica também claro que temos neste caso a pressão caracterizada de forma diferente na seção de entrada e saída da bomba, já que a pressão manométrica (p_m) que é lida nos manômetros metálicos em questão apresentam leituras com unidades distintas.

5. Conceito de pressão

É a relação entre o módulo de uma força normal elementar $|dF_N|$ e a área elementar (dA) onde se a mesma atua em uma superfície origina o módulo da força normal (equação 3).

$$p = \frac{|dF_N|}{dA} \Rightarrow |F_N| = \int p \times dA$$

equação 3

No caso da pressão ser constante, por exemplo uma pressão média, temos:

$$p = \frac{|F_N|}{A} \rightarrow [p]_{SI} = \frac{N}{m^2} = Pa \quad \text{equação 4}$$

6. Fluido como um meio contínuo é a hipótese que leva a considerar um ponto fluido como tendo uma área elementar dA o que garante a existência de matéria no mesmo.
7. Fluido em repouso é a hipótese estabelecida no estudo da **estática dos fluidos** (capítulo 2 do livro do professor Franco Brunetti que é a bibliografia básica do curso), portanto tudo que for estudado no capítulo 2 só vale se o fluido estiver em repouso.
8. Escala efetiva ou relativa de pressão que é aquela que adota como zero da escala a pressão atmosférica local, portanto nesta escala podemos ter pressões negativas (menores que a p_{atm}), nulas (iguais a p_{atm}) e positivas (maiores que a p_{atm}).
9. Pressão em um ponto fluido pertencente a um fluido contínuo, incompressível e em repouso (figura 8).

Ponto com uma área dA e que desejamos achar o peso dG

Fluido contínuo, incompressível e em repouso com peso específico γ

p_{atm}

h

Como vou achar o peso dG , já que não dá para usar a balança?

Considerando a pressão atmosférica igual a zero e como para o fluido incompressível o peso específico fica constante, temos:

$$dG = \gamma \times dV$$

$$dG = \gamma \times dA \times h$$

$$p = \frac{dG}{dA} = \frac{\gamma \times dA \times h}{dA}$$

$$p = \gamma \times h \rightarrow \text{para } p_{atm} = 0$$

Figura 8

10. Teorema de Stevin

A diferença de pressão entre dois pontos fluidos pertencentes a um fluido contínuo, incompressível e em repouso é igual ao produto do peso específico do fluido pela diferença de cotas entre os pontos (figura 9).

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

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

Equação 5

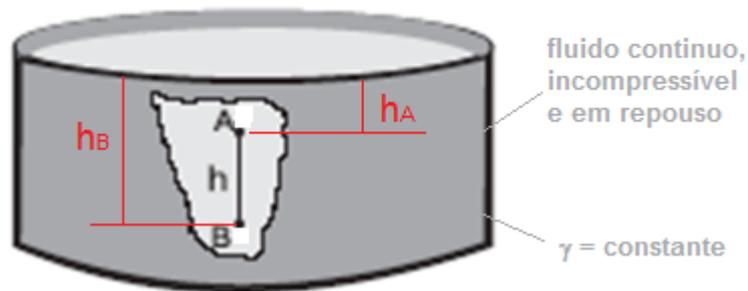
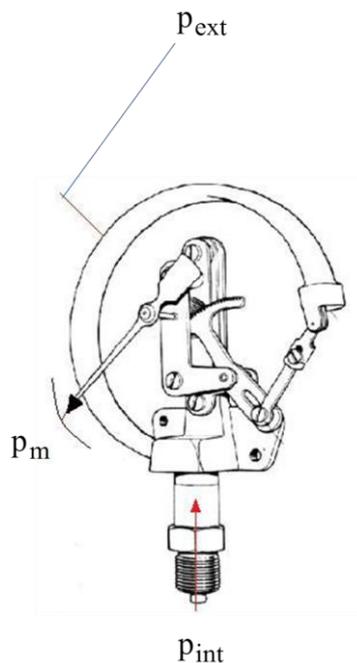


Figura 9

11. 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

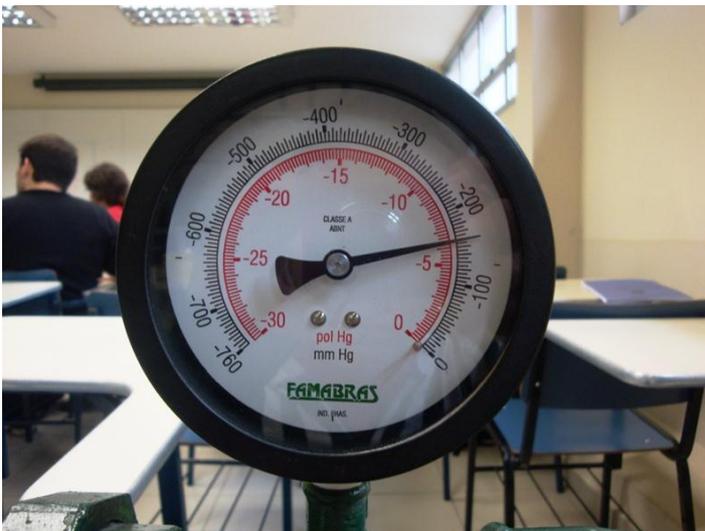
Se a pressão externa for a pressão atmosférica, temos:

$$p_m = p_{int}$$

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



12. Vazão em volume (Q)

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

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

equação 7



vazão = Q

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

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

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



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

13. Importante observar que as pressões nas figuras 11 e 12 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) estão em repouso.

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



Figura 11

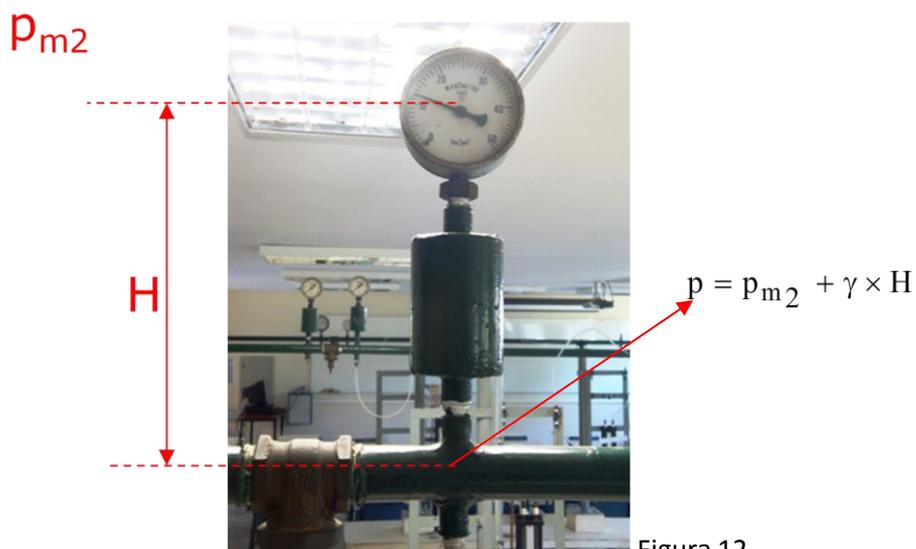


Figura 12

14. Colete os dados representados na figura 13 e resolva o problema proposto.



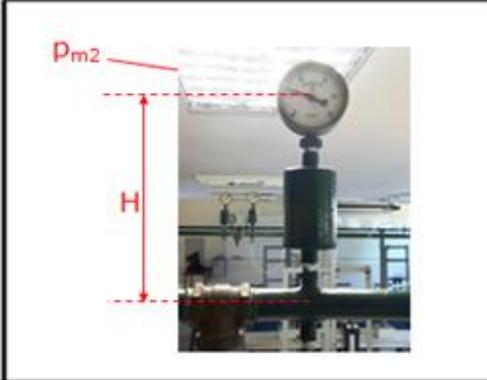
Vamos considerar os dados a seguir:

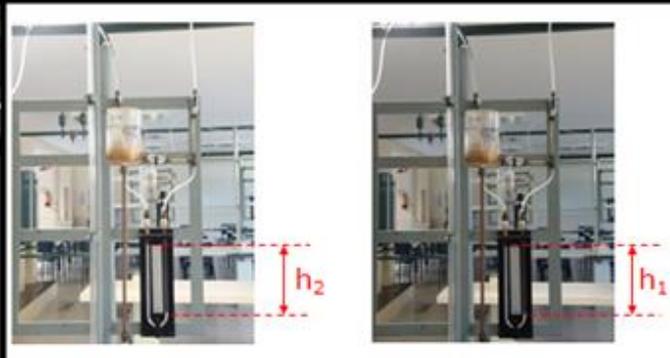
$A_{\text{tanque}} = \dots \times \dots = \dots \text{m}^2$

$\Delta h = 100 \text{mm}$

$t = \dots \text{s}$

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





$h_1 = \dots \text{mm}$

$h_2 = \dots \text{mm}$

$H = \dots \text{mm}$

$p_{m2} = \dots \frac{\text{lbf}}{\text{pol}^2} \text{ (ou psi)}$

$t = \dots ^\circ \text{F}$

$\rho_{\text{água}} = \dots \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_{\text{Hg}} = \dots \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$