

PROJETO DE UMA INSTALAÇÃO DE BOMBEAMENTO BÁSICA



RAIMUNDO FERREIRA IGNÁCIO

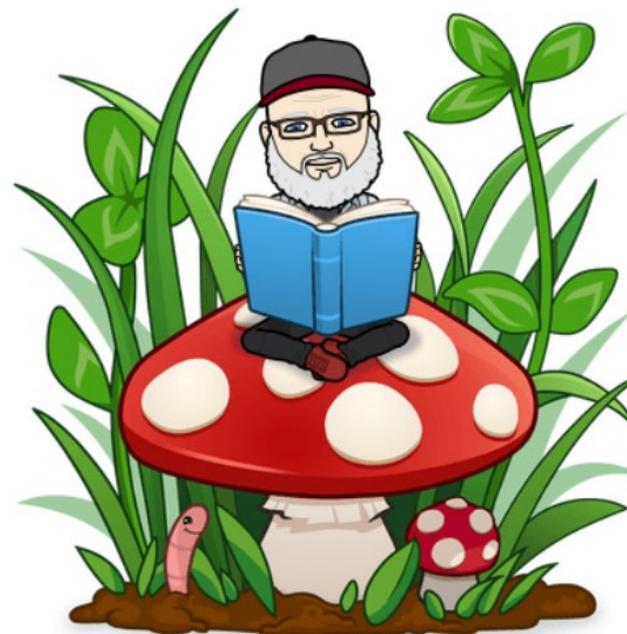


Estática dos fluidos

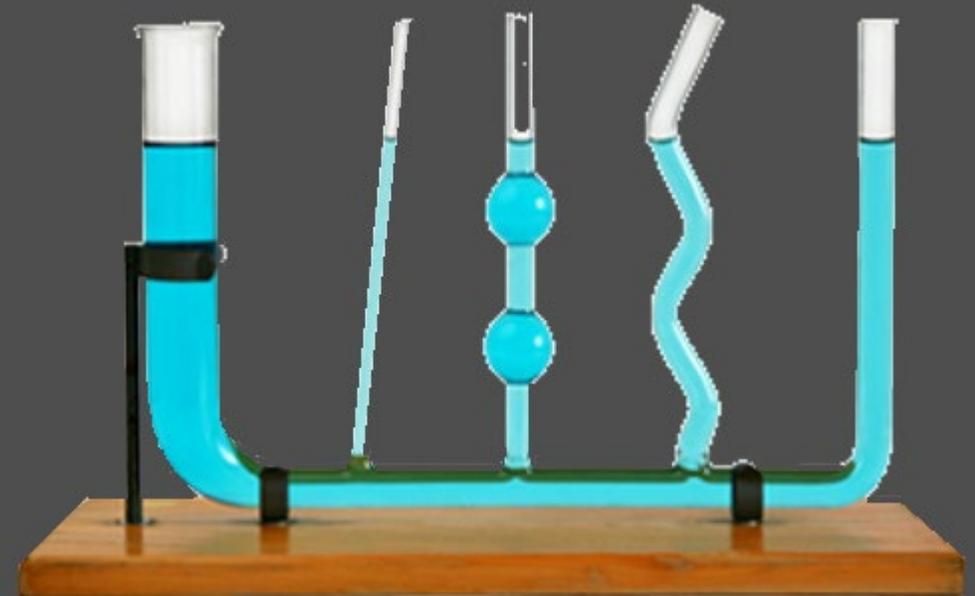




Para realmente ser aprendida, a aula deve motivar o estudo diário e solitário!



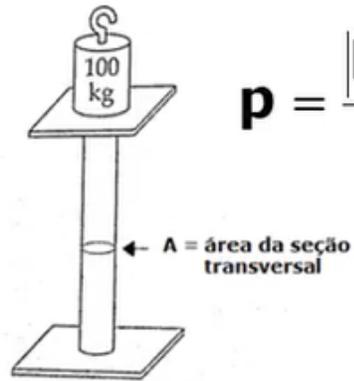
1.3 - HIDROSTÁTICA



ESTUDA O FLUIDO EM REPOUSO!

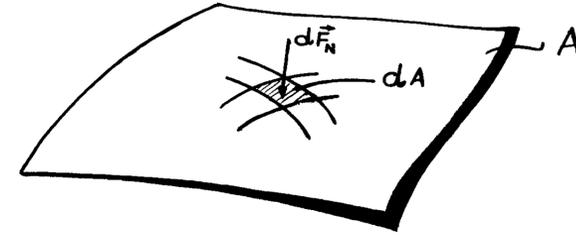


1.4 Pressão



$$p = \frac{F_{\text{normal}}}{A}$$

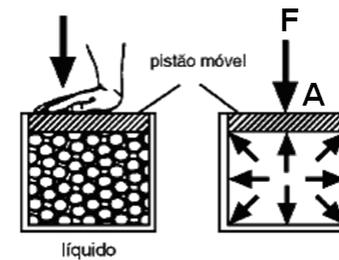
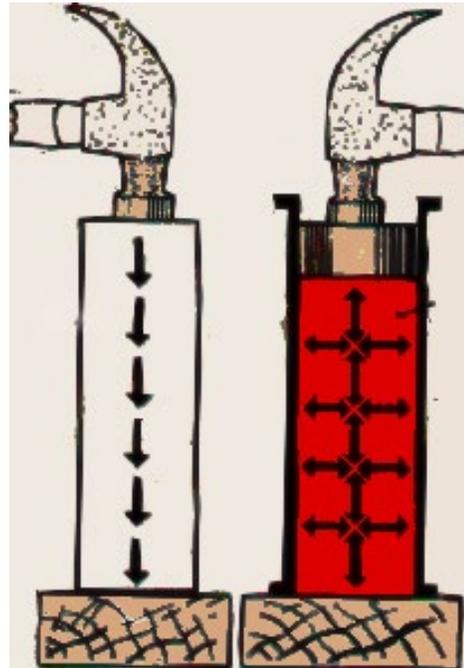
ou

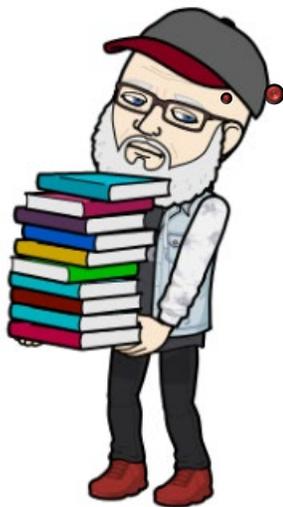


$$p = \frac{dF_N}{dA} \Rightarrow |F_N| = \int p \times dA$$



Vantagem do fluido em relação aos sólidos:



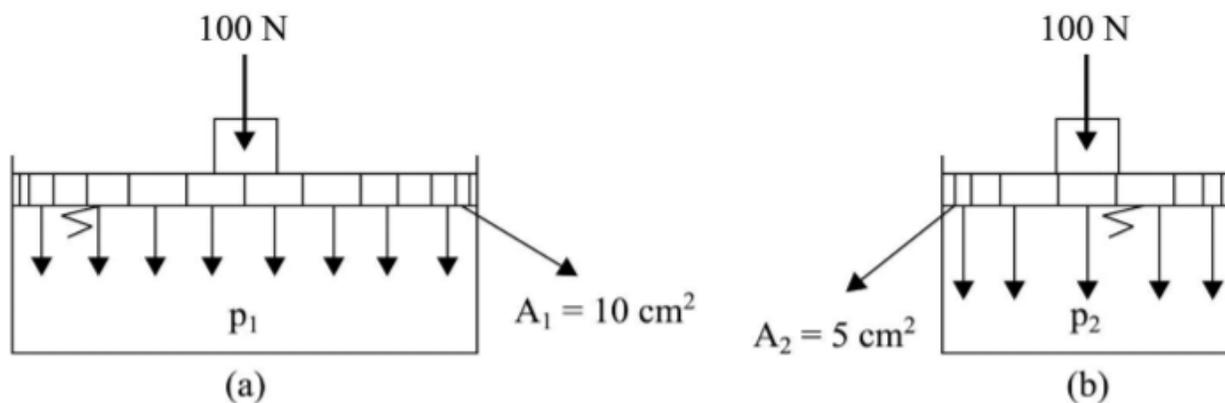


É bom lembrar que:

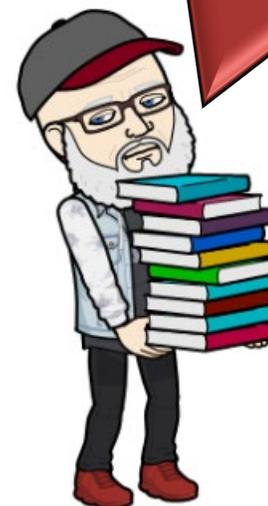
Se a pressão for constante, resulta:

$$|\mathbf{F}_N| = \int p \times dA = p \times \int dA = p \times A$$

Devemos sempre saber que pressão é diferente de força, mesmo porque mesma força pode resultar em pressões diferentes.



Em (a) temos uma pressão de 10 N/cm^2 e em (b) uma pressão de 20 N/cm^2 , portanto uma mesma força de 100 N originando pressões diferentes e isto prova que força é diferente de pressão.



Entendi!

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



Neste ponto, vou recordar os conceitos de escala efetiva de pressão e a pressão em um ponto fluido contínuo e em repouso.



1.5 - Escala efetiva é aquela que adota como zero a pressão atmosférica local, portanto, nesta escala existem pressões negativas (menores que a pressão atmosférica), nulas (iguais a pressão atmosférica) e positivas (maiores que a pressão atmosférica).

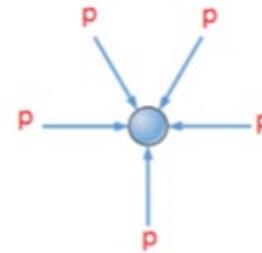
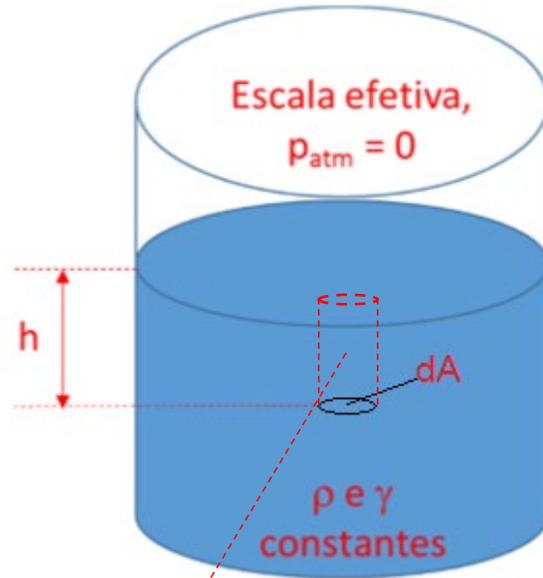
PERFEITO!



CERTO?



1.6 – Pressão em um ponto fluido



$dV = h \times dA \rightarrow$ em um dV existe um dG

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

dividindo tudo por dA resulta:

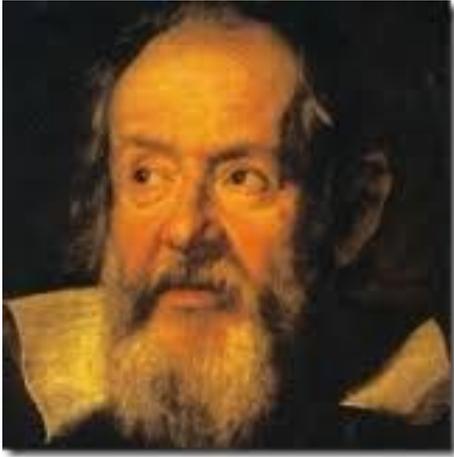
$$\frac{dG}{dA} = p = \frac{\gamma \times dA \times h}{dA} \therefore p = \gamma \times h$$

PELA

HIPÓTESE

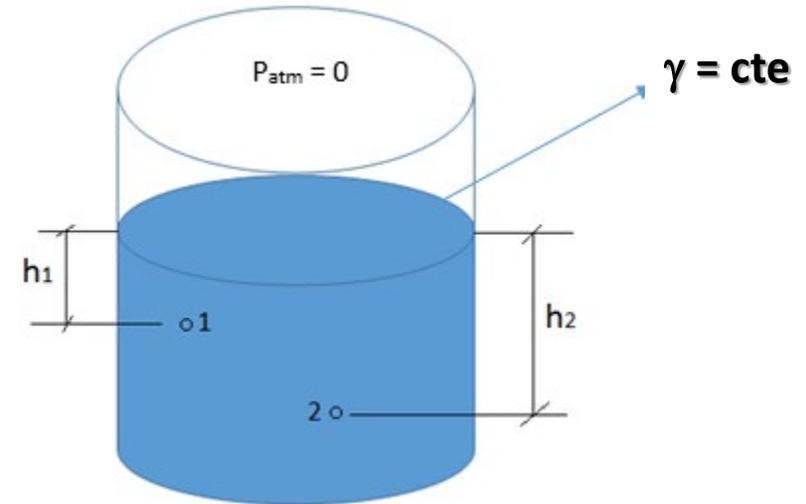
DO

CONTÍNUO



Simon Stevin (1548 - 1620)

Para compreensão de seu teorema, consideramos um fluido contínuo, incompressível, em repouso e que apresenta um peso específico (γ) conhecido.



Enunciado do teorema de Stevin:

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

$$p_1 = \gamma \times h_1$$

$$p_2 = \gamma \times h_2$$

$$p_2 - p_1 = \gamma \times (h_2 - h_1)$$

1.7 – CARGA DE PRESSÃO E OS PIEZÔMETROS

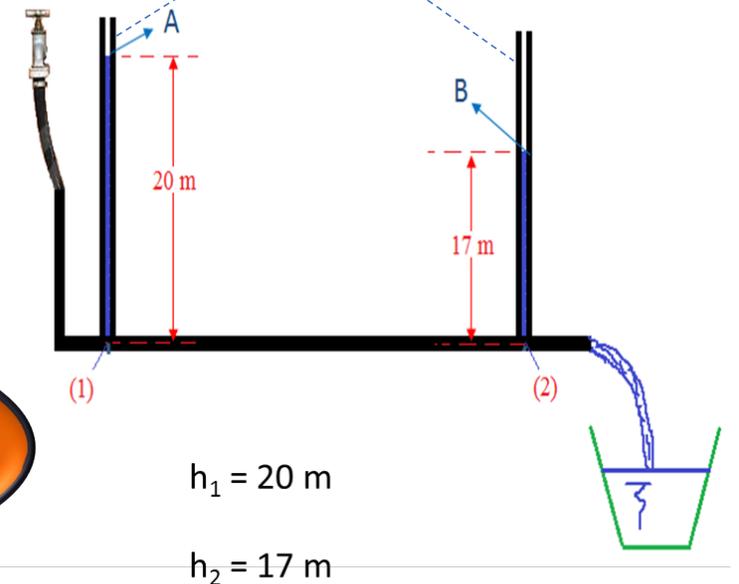
Uma das grandezas importantes para o desenvolvimento dos projetos de instalação de bombeamento é a carga de pressão e ele surge do conceito da pressão em um ponto fluido.

$$p = \gamma \times h \rightarrow h = \frac{p}{\gamma}$$



O piezômetro trabalha na escala efetiva!

Piezômetros, tubos de vidro graduados que permitem a leitura de carga de pressão.



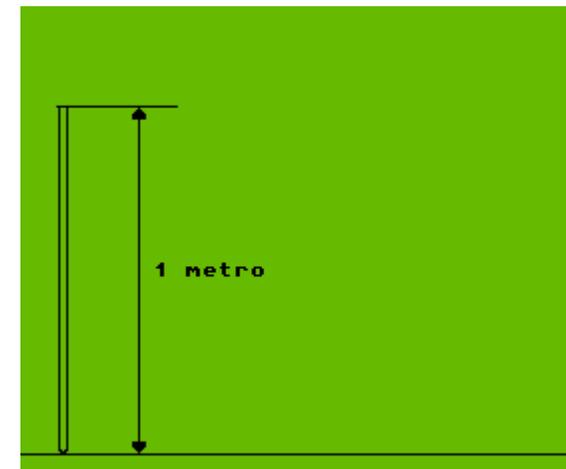
1.8 – Barômetro e a escala absoluta



Para recordarmos o conceito de escala absoluta, evocamos o barômetro, que é o aparelho utilizado para leitura da pressão atmosférica, portanto, aparelho que trabalha na escala absoluta!

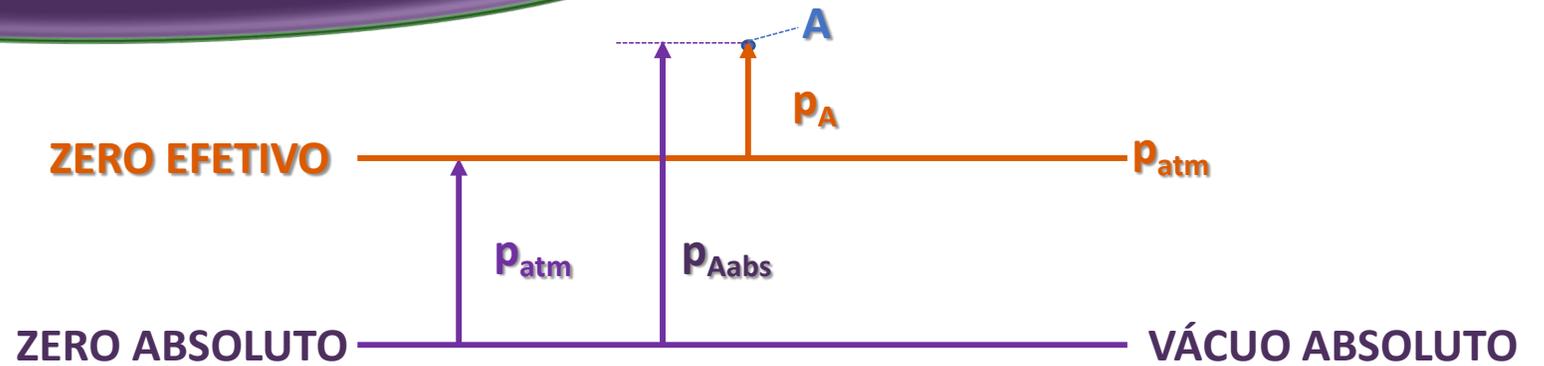
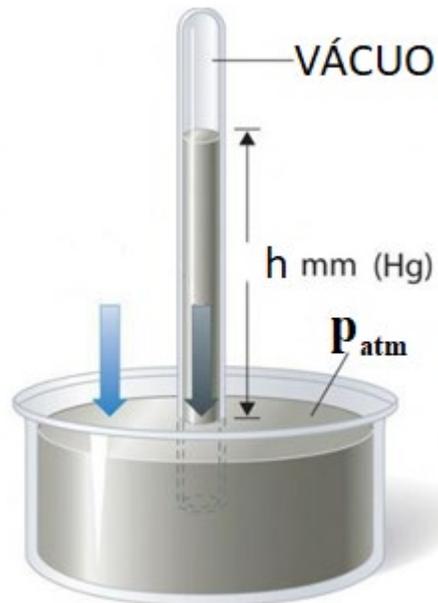


Entendi, mesmo porque, na escala efetiva a pressão atmosférica seria igual a zero!



$$p_{\text{atm}_{\text{local}}} = \gamma_{\text{Hg}} \times h$$

1.9 - Diagrama comparativo entre escalas de pressão

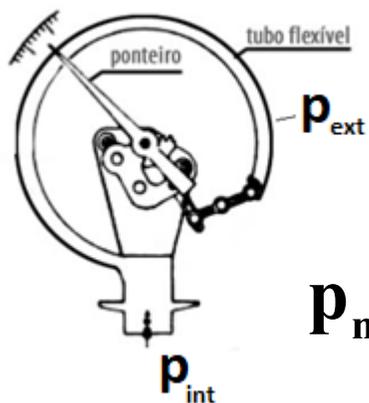
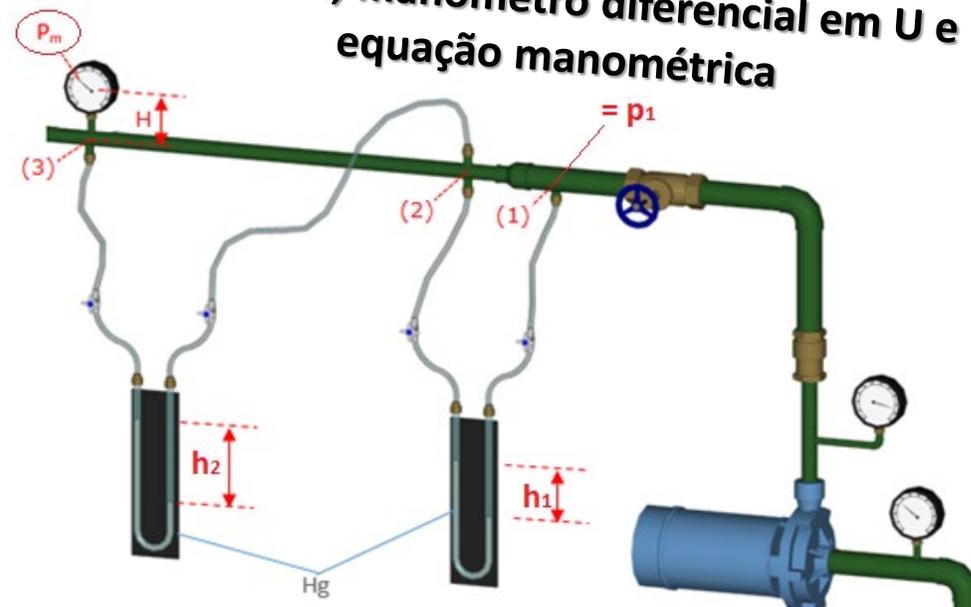


$$P_{Aabs} = P_A + P_{atm}$$



1.10 – Manômetro metálico tipo Bourdon; manômetro diferencial em U e equação manométrica

Nos estudos das instalações de bombeamento, necessitamos recordar ainda os manômetros metálicos e os manômetros diferenciais em U!



$$P_m = P_{int} - P_{ext}$$



MANÔMETRO



VACUÔMETRO



MANOVACUÔMETRO

Para leitura dos manômetros diferenciais em forma de U, recorreremos a equação manométrica.

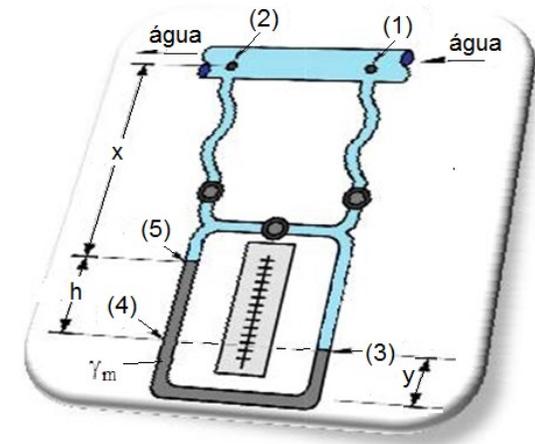


Para se obter a equação manométrica, deve-se adotar um dos dois pontos como referência. Parte-se deste ponto, marcando a pressão que atua no mesmo e a ela soma-se os produtos dos pesos específicos com as colunas descendentes ($+\sum\gamma \cdot h_{\text{descendente}}$), subtrai-se os produtos dos pesos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

Adotando como referência o ponto (1) e aplicando-se a equação manométrica ao esboço representado pela figura, resulta:

$$p_1 + \gamma_{\text{água}} \times x + \gamma_{\text{água}} \times h + \gamma_m \times y - \gamma_m \times y - \gamma_m \times h - \gamma_{\text{água}} \times x = p_2$$

$$p_1 - p_2 = h \times (\gamma_m - \gamma_{\text{água}})$$

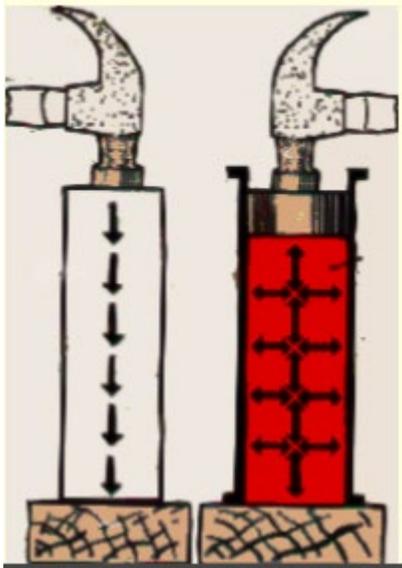


1.11 - Lei de Pascal (1620)

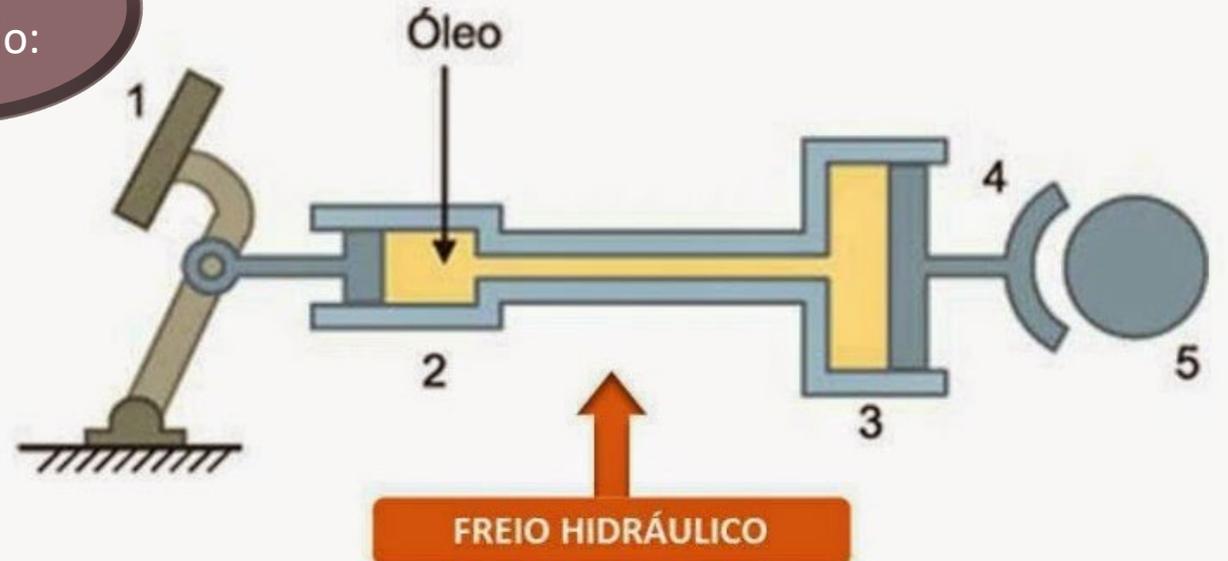


“A pressão em torno de um ponto fluido contínuo, incompressível e em repouso é igual em todas as direções, e ao aplicar-se uma pressão em um de seus pontos, esta será transmitida integralmente a todos os demais pontos.”

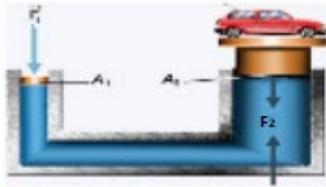
O fluido hidráulico não está sujeito a quebras tais como as peças mecânicas.



Exemplo de aplicação:



SINTETIZANDO O QUE ESTUDAMOS NA AULA 2:



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

1.11 - Lei de Pascal

capitulo 1 (cont.)

1.3 hidrostática

FLUIDO REPOUSO

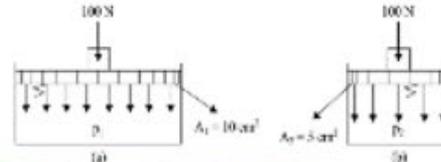
1.4 - pressão

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

grandeza escalar

diferente

força



1.9 - diagrama

entre escalas comparativo

1.10 - Manômetros

Bourdon tipo
U diferencial
manométrica equação

barômetro

1.8

absoluta escala



1.5 - Escala efetiva

$$p_{atm} = 0$$

1.6 - pressão

$$p = \gamma \times h$$

ponto fluido
teorema Stevin

$$h = \frac{p}{\gamma}$$

pressão carga

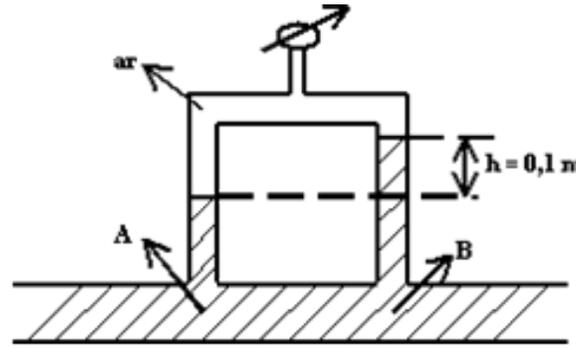
1.7

gradiente vidros tubos piezômetros

Amplie sua inteligência resolvendo os problemas.



11. 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:

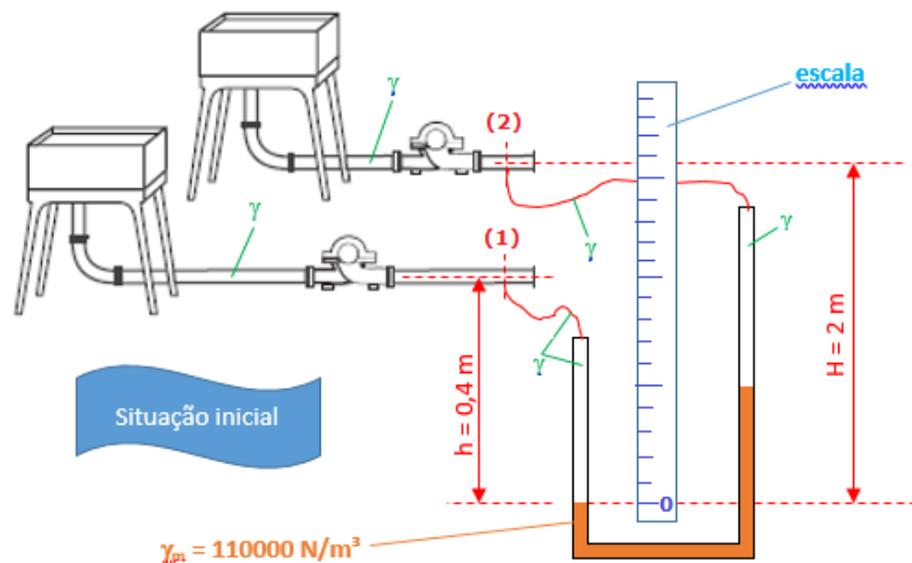
$$\rho_{\text{água}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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

- determinar o diferencial de pressão entre os pontos A e B, em Pa; **(Resposta: $p_B - p_A = 980 \text{ Pa}$)**
- calcular 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 $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$. **(Resposta: $p_{\text{ar_abs}} = 110000 \text{ Pa} = 110 \text{ kPa}$)**

12. Um manômetro diferencial é instalado entre dois condutos por onde escoa o mesmo fluido, de massa específica 800 kg/m^3 , como mostra a figura a seguir. A pressão no tubo (2) é constante e igual a 114 kPa . Quando, numa primeira situação $p_1 = 1900 \text{ mmHg}$, 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 ($\gamma_{\text{Hg}} = 1,36 \times 10^5 \text{ N/m}^3$)

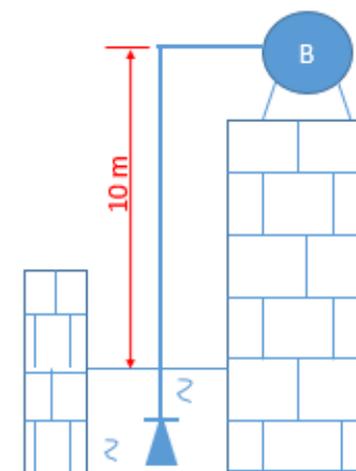


Assistam à solução no YouTube e se inscrevam no canal Alemão Mecflu Resolve

https://youtu.be/dyoHUrN_Zyc

13. A instalação, representada ao lado, tem uma bomba centrífuga de 1,5CV e se encontra em local com pressão barométrica igual a 698 mmHg, neste caso, ela irá funcionar? Justifique

Resposta: A menor depressão no local, a que corresponde ao vácuo absoluto seria aproximadamente $-9,48$ mca e como a água para chegar a bomba necessita de -10 mca, a bomba não funciona, pois a depressão necessária estaria abaixo do vácuo absoluto.

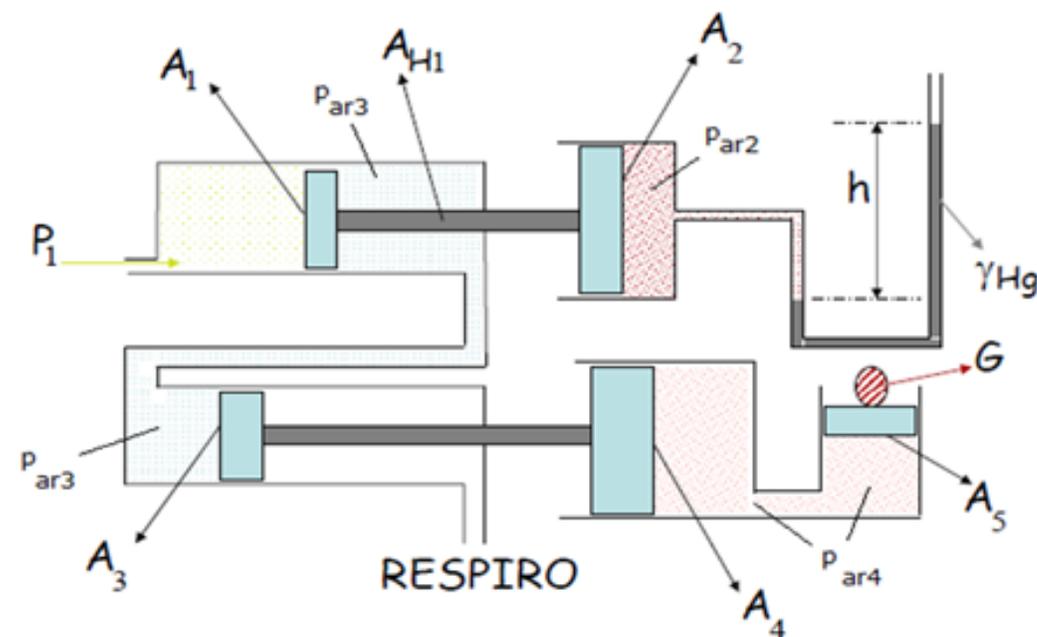
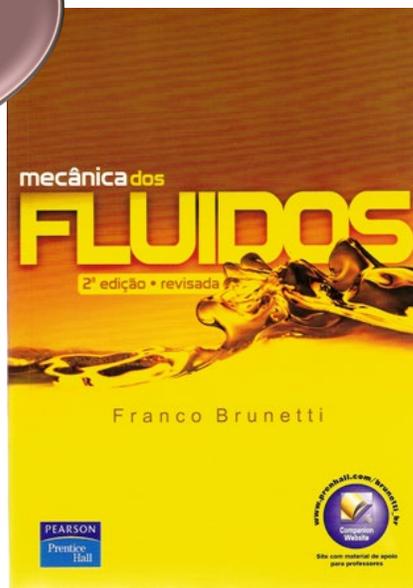


14. Este exercício corresponde ao exercício 2.1 da bibliografia básica, ou seja, do livro do professor Franco Brunetti.

No sistema da figura, desprezando-se o desnível entre os cilindros, determinar o peso G , que pode ser suportado pelo pistão V . Desprezar os atritos. Dados:

$$p_1 = 500\text{kPa}; A_1 = 10\text{cm}^2; A_{H1} = 2\text{cm}^2; A_2 = 2,5\text{cm}^2; A_3 = 5\text{cm}^2;$$
$$A_4 = 20\text{cm}^2; A_5 = 10\text{cm}^2; h = 2\text{m}; \gamma_{\text{Hg}} = 136000 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

Lembre para aprender
e ampliar a
inteligência estude
um pouco por dia!



Assistam à solução no YouTube e se inscrevam no canal Alemão Mecflu Resolve

https://www.youtube.com/watch?v=vBjxkyF_COM

15. Um reservatório cúbico de 42875 litros aberto à atmosfera tem $\frac{3}{5}$ de sua capacidade preenchida por um líquido de massa específica relativa igual a 0,82, pede-se determinar a pressão que atua em seu fundo nas escalas efetiva e absoluta. **Dados:** leitura barométrica igual a 695 mmHg e a massa específica relativa do mercúrio igual a 13,6.

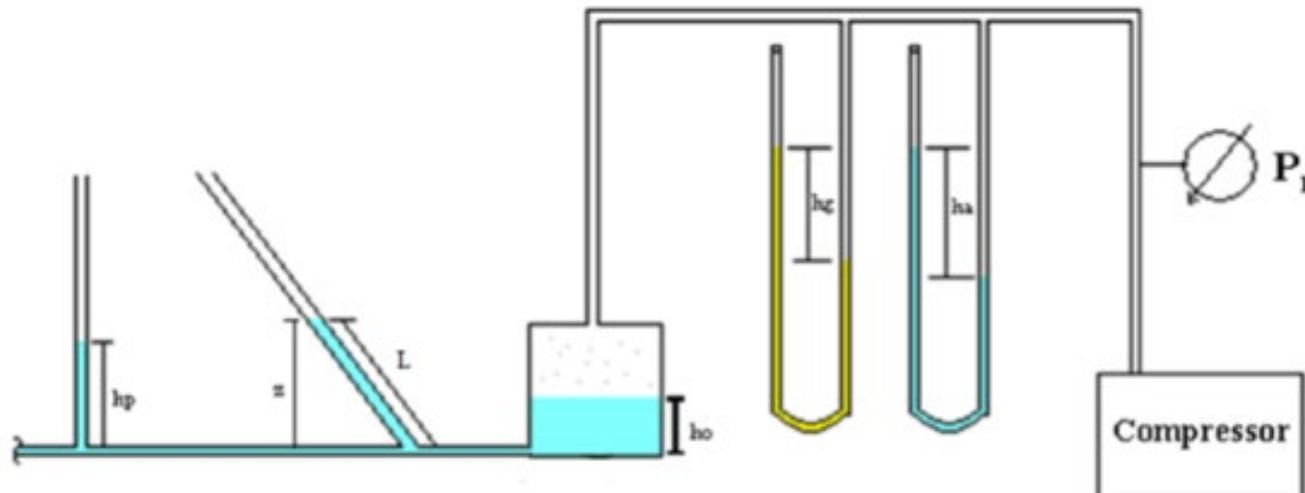
Respostas: $p_F = 16875,6 \text{ Pa}$ e $p_{F_abs} = 109505,2 \text{ Pa}$.

16. Um compressor gera uma pressão que pode ser lida no manômetro metálico tipo Bourdon 1. Quando o mesmo registra uma pressão p_1 em mmca, temos a mesma agindo em dois manômetros de coluna de fluido em forma de U, um com a água com corante como fluido manométrico e o outro com a glicerina onde, temos os desníveis h_a e h_g , respectivamente. Para o funcionamento 2 a pressão é aplicada num recipiente fechado que contém água a uma altura h_0 e que está conectado na parte inferior a uma mangueira na qual foram instalados dois piezômetros, um inclinado e outro na vertical onde registramos respectivamente L e h_p . Pede-se:

a) a massa específica e o peso específico da água e da glicerina; **Respostas:** $\gamma_a = 9026,32 \text{ N/m}^3$; $\rho_a = 921,1 \text{ kg/m}^3$; $\gamma_g = 12625,77 \text{ N/m}^3$; $\rho_g = 1288,34 \text{ kg/m}^3$.

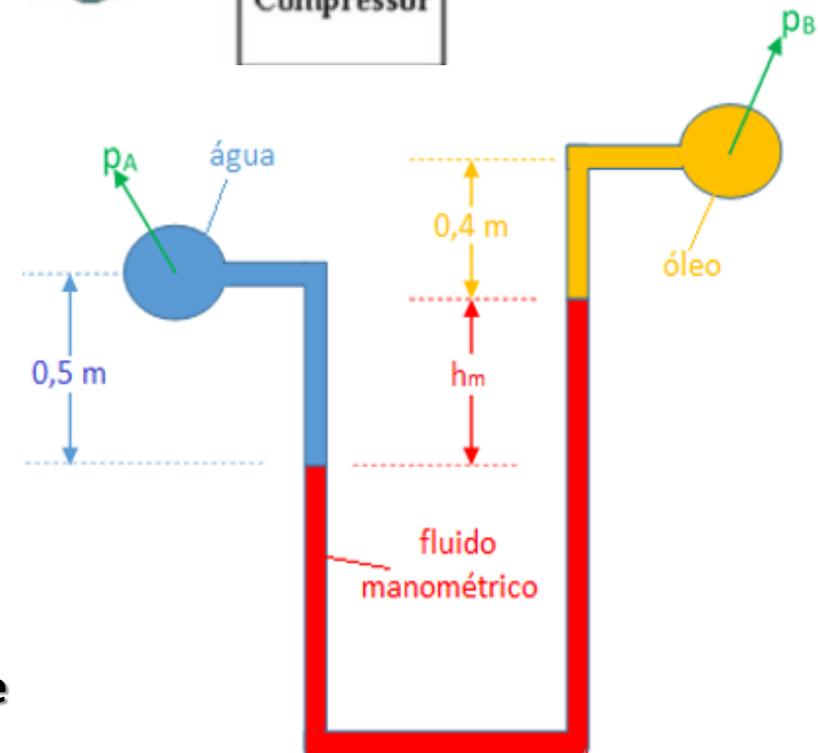
b) O ângulo de inclinação do tubo para o funcionamento 2. **Resposta:** $\alpha = 63,33^\circ$

Dados:	Funcionamento 1		Funcionamento 2	
	p_1 (mmca)	210	p_1 (mmca)	300
	h_a (mm)	228	h_0 (mm)	120
	h_g (mm)	163	L (mm)	470
	g (m/s ²)	9,8		



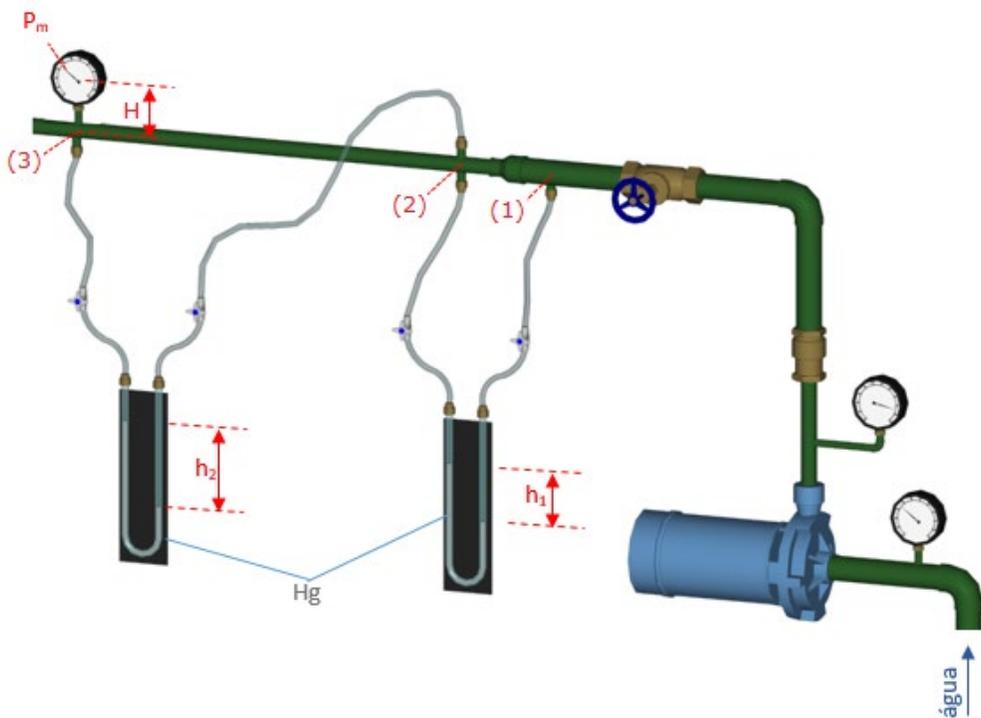
17. Sabendo que o sistema ao lado encontra-se em repouso, pede-se determinar o desnível h do fluido manométrico que apresenta um peso específico igual a 26265 N/m^3 . Sabe-se que a pressão no ponto A é 45640 N/m^2 e que a pressão absoluta no ponto B é igual a 118840 Pa .

Dados: pressão atmosférica local igual a 95200 Pa ; peso específico da água igual a 9800 N/m^3 e peso específico do óleo igual a 8036 N/m^3 .



As soluções dos exercícios 15 e 17 podem ser vista no meu canal no YouTube Alemão MecFluResolve: <https://youtu.be/yqXgFagSK14>

18. Achar p_1 do sistema a seguir:



Os dados deste exercício foram coletados na bancada de laboratório e podem ser obtidos no meu canal do YouTube Alemão MecFlu Resolve no endereço:

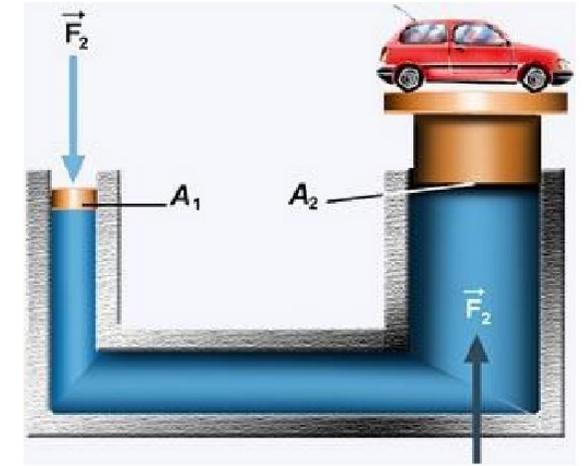
<https://youtu.be/FEnuE78NObs>

Complementação das informações

Dados:
 $\rho_{\text{água}} = 996,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; h_1 = \text{--- mm}; h_2 = \text{--- mm};$
 $\rho_{\text{Hg}} = 13534 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; p_m = \text{--- psi}; H = h_m = \text{--- mm};$
 $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$

Vamos resolver problema!

19. Para suspender um carro de 1500 kg usa-se um elevador hidráulico, que é mostrado ao lado. Os cilindros são dotados de pistões, que podem se mover dentro deles. O pistão maior tem um cilindro com área $A_2 = 5,0 \times 10^3 \text{ cm}^2$, e o menor tem área de $A_1 = 0,010 \text{ m}^2$. Qual deve ser a força aplicada ao pistão menor, para equilibrar o carro? **Resposta:** $F = 294 \text{ N}$

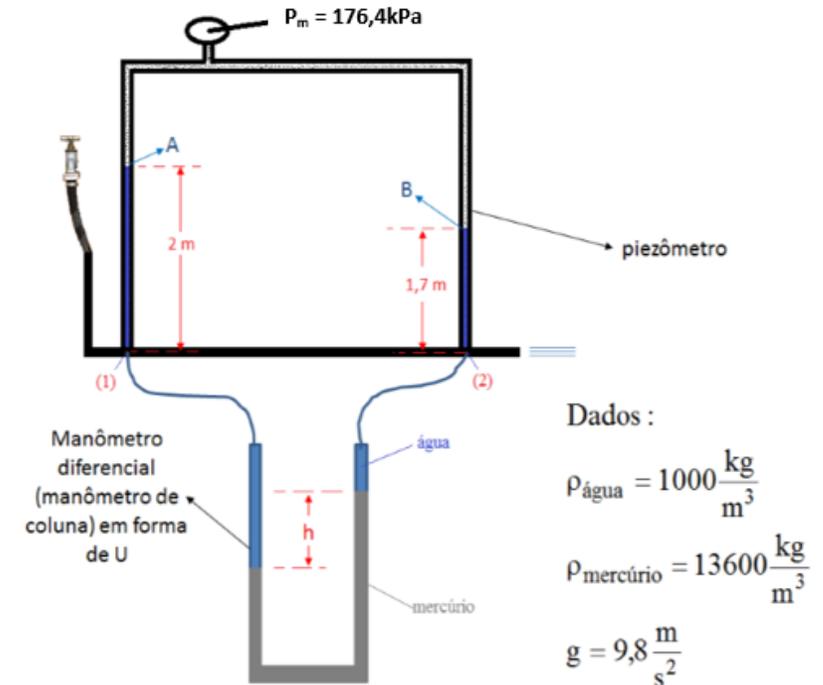


20. Para diminuir as cargas de pressão lidas pelos piezômetros da figura ao lado, optou-se em injetar um ar comprimido sobre os mesmos. Pede-se determinar as pressões p_1 e p_2 , bem como o desnível h do mercúrio.



Assistam às soluções dos exercícios 19 e 20 no YouTube no meu canal do YouTube Alemão MecFlu Resolve no endereço:

https://youtu.be/AB0FPe3i_UM





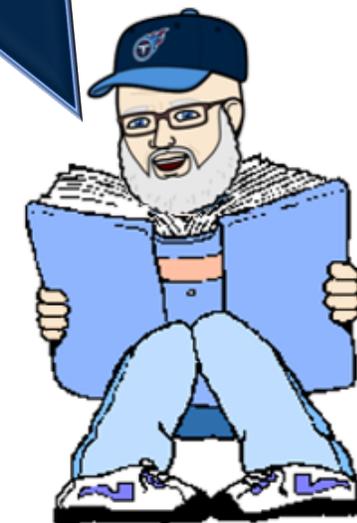
Dúvidas podem ser enviadas para:
raimundo.ignacio@escoladavida.eng.br

O estudante não deve esperar ganhar o peixe, mas sim deve aprender a pesca-lo!



Só avance no curso, após resolver os 10 problemas propostos, lembre, a obtenção das suas soluções são ginásticas para seu cérebro com o intuito de aumentar sua inteligência!

O engenheiro deve saber interagir entre o fazer e o pensar. Além disto, deve estar apto a resolver problemas e criar oportunidades de forma sustentável e isto só ocorre se além de amar a profissão, tiver as qualidades de persistência, dedicação e disciplina no aprender sempre!



O tempo passa e continuo
tendo como companheira a
morte e como amante a vida!

