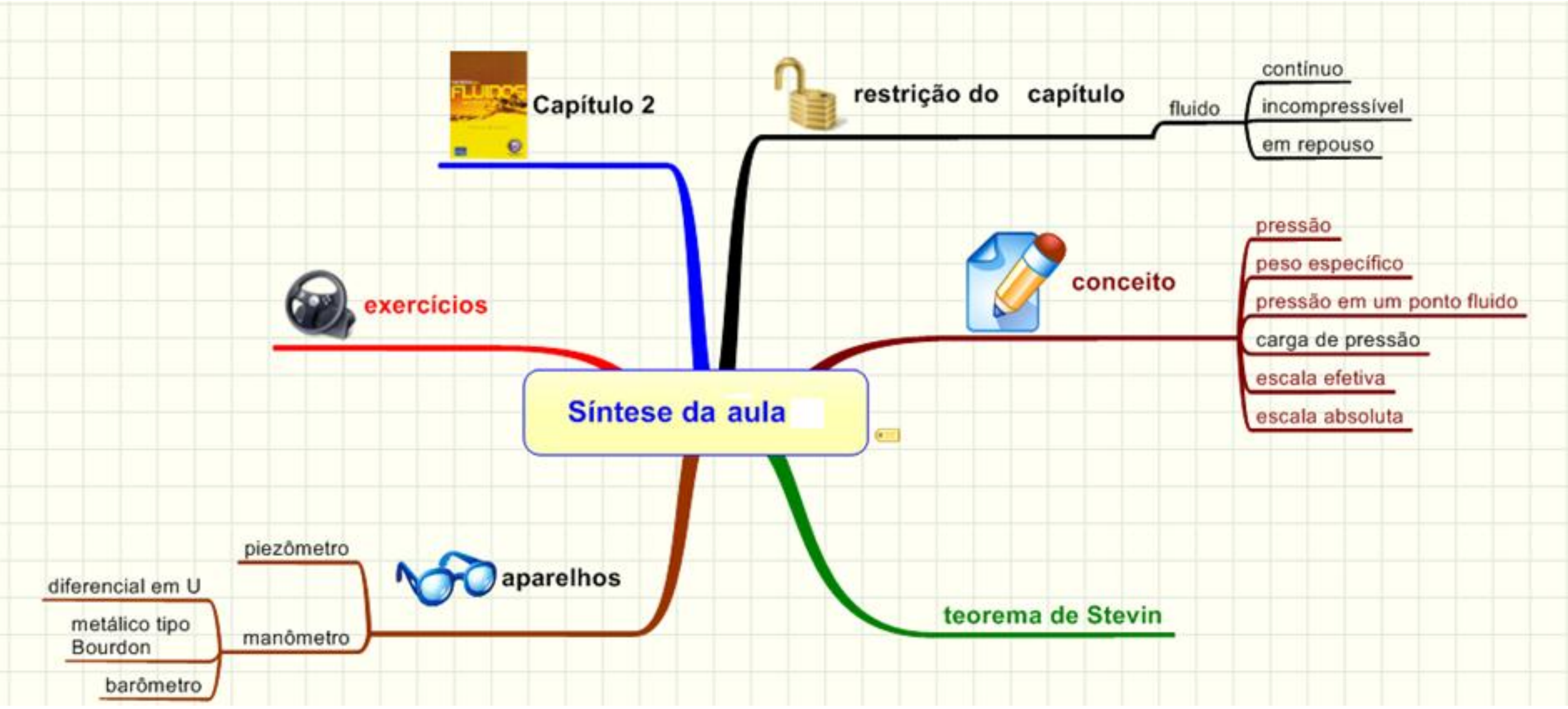
Segunda aula de laboratório de mecânica dos fluidos

Capítulo 2

Fevereiro de 2011

Determinação da nota final?

$$M_{final} = fator \times M_{provas} = fator \times \left(0{,}4 \times P1 + 0{,}6 \times P2\right)$$



VAMOS INICIAR REFLETINDO SOBRE O CONCEITO DE PRESSÃO

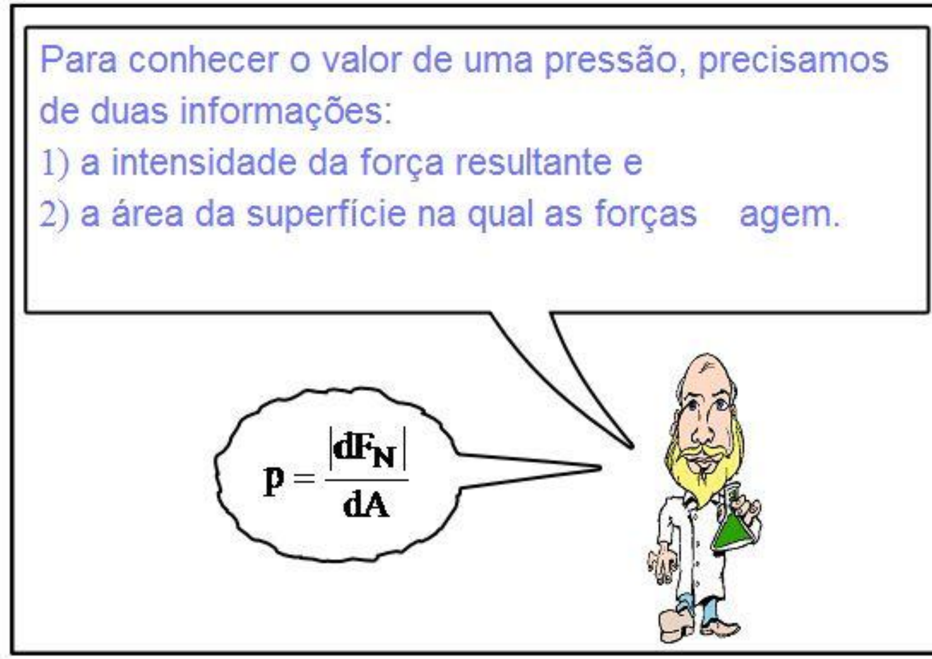
Uma moça com sapato de 'salto agulha' e um homem de bota caminham lado a lado. Qual causa maior dano onde pisa?

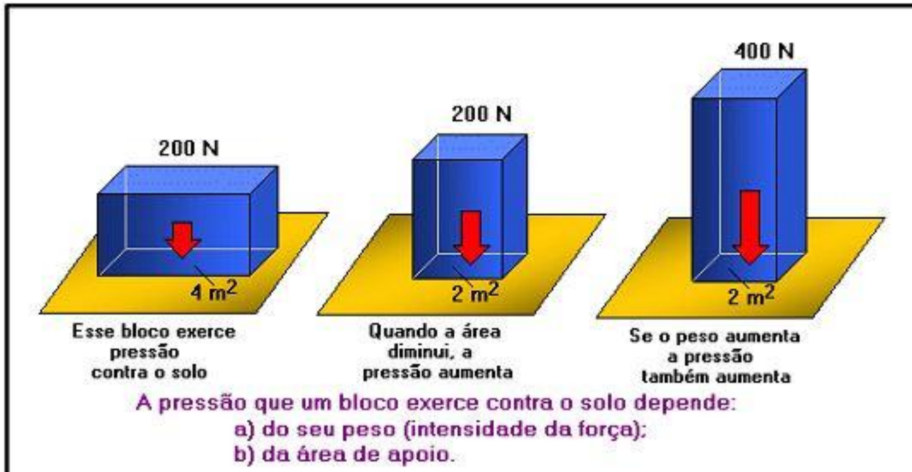
Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala07/image07/07_01_00.gif

CONCEITO DE PRESSÃO

Acredite ou não, é o sapato com salto agulha! Ele pode arruinar tapetes e perfurar buracos no chão. Não, não é porque a moça aplica no chão uma força maior que a do homem da bota.
É porque a força que ela aplica está concentrada numa área bem pequena. Ela produz, com isso, uma pressão bem alta.

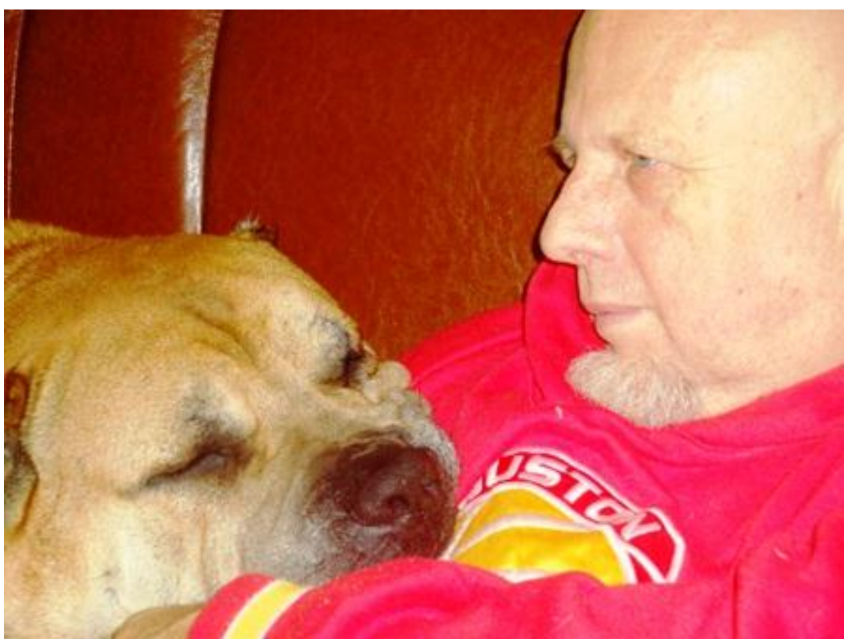
O QUE DEVEMOS CONHECER PARA SE ESTABELECER O VALOR DA PRESSÃO?





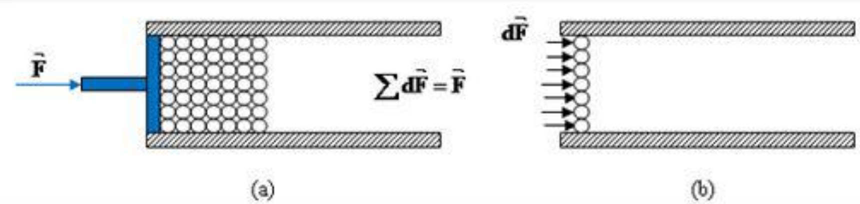
Para as situações ilustradas o cálculo fornece, respectivamente, as seguintes pressões: 50 Pa, 100 Pa e 200 Pa.

OS EXEMPLOS ANTERIORES PROCURAM SALIENTAR A DIFERENÇA ENTRE FORÇA E PRESSÃO, MAS VAMOS REFLETIR UM POUCO MAIS SOBRE ISTO...



Seja o esquema abaixo, Figura 1, que representa líquido para simplificar. Para explorar melhor esta abordagem as moléculas serão exageradas em tamanho e, podemos fazer uma analogia com um condutor repleto de bolinhas de tênis, por exemplo.

Desejamos empurrar o líquido, ou as bolinhas, no interior da tubulação, e para isso cada bolinha deverá receber uma força para deslocar-se.



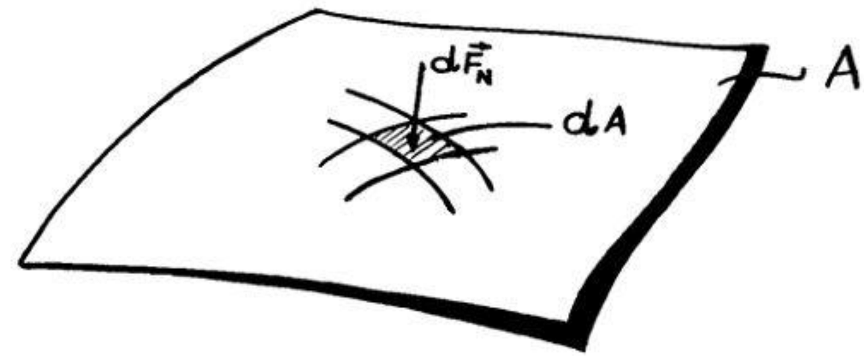
Com a ajuda do êmbolo empurramos todas as bolinhas (moléculas) que estão em contato direto com o mesmo e, conseqüentemente, empurraremos todo o conjunto de bolinhas pela tubulação.

Com isso aumentaremos a força sobre cada bolinha, isto é, aumentaremos o efeito de empurrarmos as bolinhas através da tubulação. Portanto, aumenta-se o valor da grandeza pressão. Lembre para cortar um pedaço de pão, utilizamos o lado afiado da faca (menor área), pois, para uma mesma força, quanto menor a área, maior a pressão produzida.

Em contrapartida, se diminuirmos o valor de *F* mantendo-se constante a área da superfície, diminuiremos a força sobre cada bolinha e, assim, diminuiremos o efeito de empurrarmos as bolinhas através da tubulação. Conseqüentemente, diminuiremos o valor da pressão. Por este raciocínio, fica claro que existe uma relação *diretamente proporcional* entre as grandezas força e pressão.

Já analisamos a relação da pressão com o módulo da força, sem alterarmos a área da superfície. Analisaremos agora a relação entre a pressão e a área da superfície, mantendo-se o módulo da força *F* constante. Se aumentarmos a área (*A*) da superfície em contato com as bolinhas, a mesma terá contato com maior número de bolinhas, diminuindo a força transmitida para cada bolinha. Isto ocorre porque com a mesma força temos que empurrar mais bolinhas ao mesmo tempo. Assim, diminuiremos o movimento resultante e, portanto, menor será o efeito da pressão. Seguindo o raciocínio anterior, temos que cada bolinha (molécula) recebe uma força $f = F/n$. Para *F* constante, temos que quanto maior *n* (consequência de uma área maior) menor será *f*. Isto é, as bolinhas transmitirão as suas vizinhas uma força de menor módulo. Se diminuirmos a área, diminuiremos o número de bolinhas em contato com a superfície, aumentando a força transmitida sobre cada bolinha. Isso ocorre porque com a mesma força empurraremos menos bolinhas ao mesmo tempo; e o movimento resultante das bolinhas será menor e o efeito resultante da pressão será maior. Desta forma, fica claro que existe uma relação inversamente proporcional entre área da superfície e a pressão.

Conceito de pressão



$$p = \frac{\left|d\vec{F}_N\right|}{dA} \qquad \textbf{Equação 2. 1}$$

IMPORTANTE REFLETIR NO QUE SURGE QUANDO UMA PRESSÃO ATUA EM UMA SUPERFÍCIE.

Um fluido em contato com uma superfície sólida, originará na mesma uma força normal cuja intensidade pode ser calculada pela equação:

$$F_N = \int p \times dA$$

Quando a pressão for constante, pode-se afirmar que:

$$F_N = p \times A$$


CAPÍTULO 2: ESTÁTICA DOS FLUIDO
PRESSÃO EM UM PONTO FLUIDO
CONDIÇÕES: FLUIDO EM REPOUSO, CONTÍNUO E INCOMPRESSÍVEL
MASSA ESPECÍFICA É A MASSA POR UNIDADE DE VOLUME, PESO ESPECÍFICO É PESO POR UNIDADE DE VOLUME E PESO ESPECÍFICO É IGUAL A MASSA ESPECÍFICA VEZES A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE


ESTE CONCEITO É IMPORTANTE PARA OS ESTUDOS DAS INSTALAÇÕES HIDRAULICAS.

CONCEITOS

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{Volume}} = \frac{m}{V} = \text{densidade ou massa específia}$$

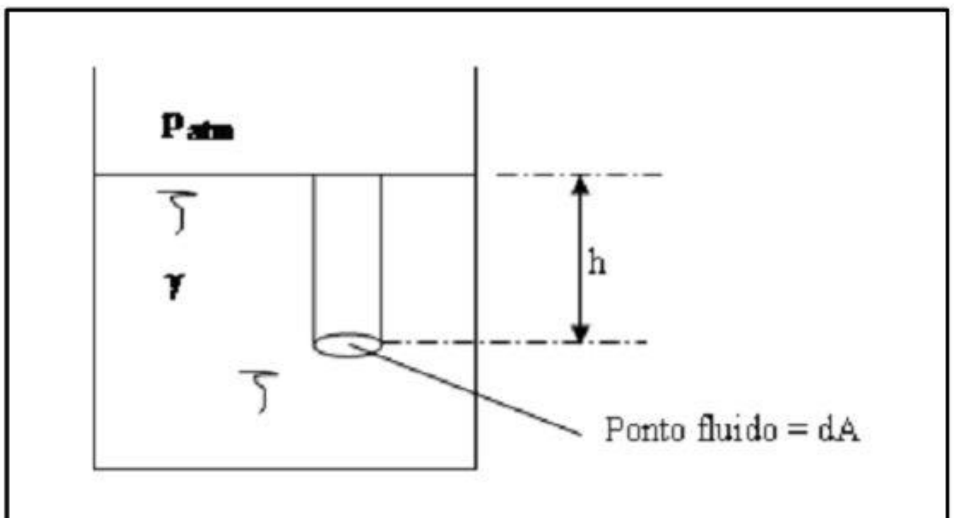
$$\gamma = \frac{\text{peso}}{\text{Volume}} = \frac{G}{V} = \text{peso específico}$$

$$\gamma = \rho \times g, \text{ onde } g = \text{aceleração da gravidade}$$

CONSIDERA-SE A PRESSÃO NA ESCALA EFETIVA, JÁ QUE A PRESSÃO ATMOSFÉRICA FOI CONSIDERADA IGUAL A ZERO.

PRESSÃO EM UM PONTO FLUIDO PERTENCENTE A UM FLUIDO CONTÍNUO, INCOMPRESSÍVEL E EM REPOUSO

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

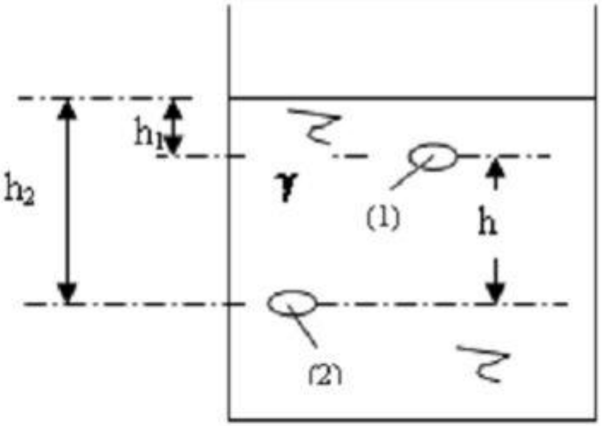


Pelo fato do fluido estar em repouso, pode-se afirmar que o ponto fluido também estará, e isto nos permite afirmar que as pressões ao seu redor (em todas as direções) são iguais, o que comprova ser a pressão uma grandeza escalar.

teorema de stevin

1. AS PRESSÕES EM UM PLANO HORIZONTAL EM UM MEIO FLUIDO SÃO IGUAIS.

2. A DIFERENÇA DE PRESSÃO ENTRE DOIS PONTOS FLUIDOS PERTENCENTES A UM FLUIDO CONTINUO, INCOMPRESSÍVEL E EM REPOUSO NÃO DEPENDE DA DISTÂNCIA ENTRE OS PONTOS.



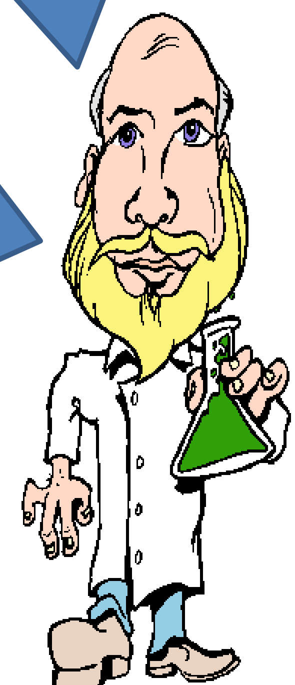
3. A PRESSÃO EM UM PONTO FLUIDO NÃO "DEPENDE" DO FORMATO DO RECIPIENTE QUE O CONTEM.

4. PARA OS GASES, DESDE QUE H<100 M, CONSIDERA-SE A PRESSÃO PRATICAMENTE CONSTANTE.

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

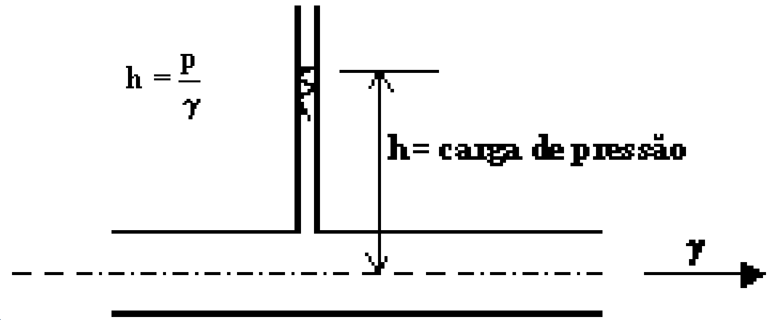
Enunciado: a diferença de pressão de dois pontos fluidos, pertencentes a um fluido contínuo, incompressível e em repouso, é igual ao produto do seu peso específico pela diferença de cotas entre os pontos.

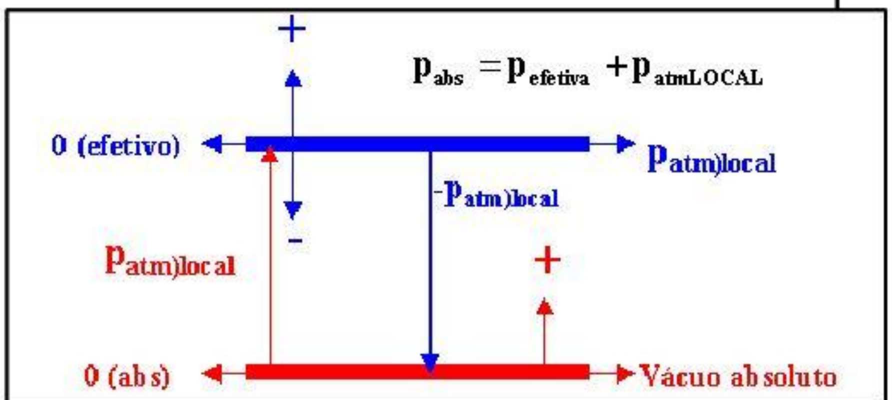
Será importante para leituras de variação de pressões obtidas por manômetros diferenciais em forma de U.



Escala efetiva é aquela que adota como zero da escala a pressão atmosférica local (pressão barométrica) e por este motivo pode ter pressões negativas, nulas e positivas.

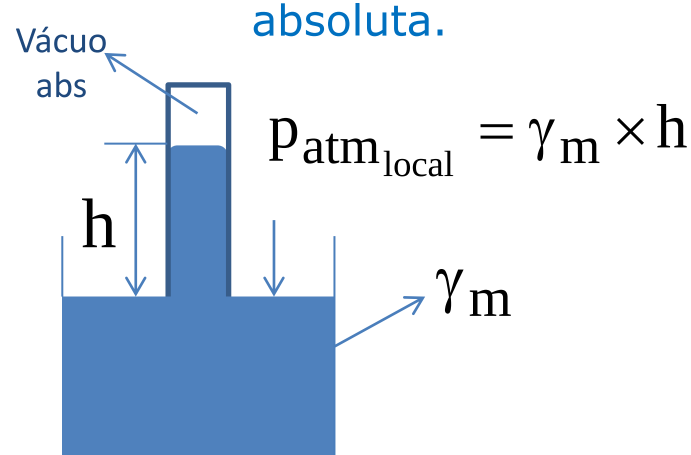
O piezômetro (tubo graduado aberto a atmosférica) é um dos aparelhos medidores de "pressão" na escala efetiva.





Escala absoluta é aquela que adota como zero o vácuo absoluto e é por este motivo que nesta escala só existem pressões positivas e as mesmas devem vir acompanhadas do símbolo "abs".

O barômetro (aparelho para medir a pressão atmosférica local) trabalha na escala absoluta.

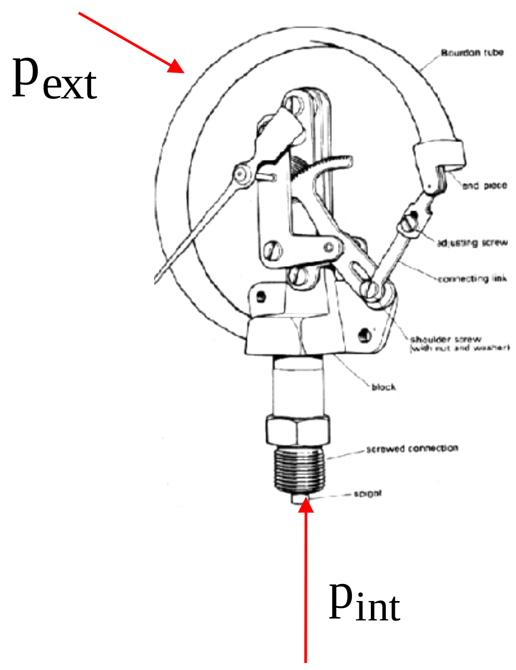


MANÔMETRO METÁLICO TIPO BOURDON

O princípio de funcionamento deste tipo de aparelho é o princípio da "língua da sogra" como mostra o esquema a seguir e onde a pressão manométrica é igual a pressão interna menos a pressão externa.

Pressão manométrica é sinônimo de pressão efetiva.

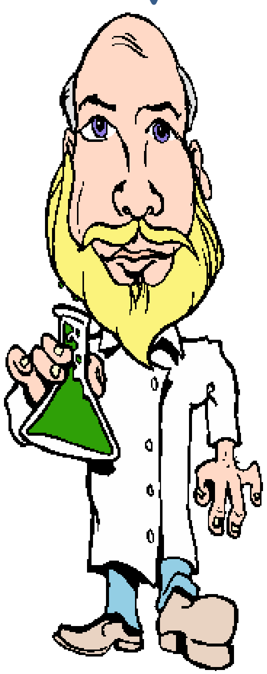
Se só existir a escala positiva o aparelho é chamado de manômetro, só escala negativa é chamado de vacuômetro e ambas é chamado de manovacuômetro



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

Determinação da vazão do escoamento na bancada.

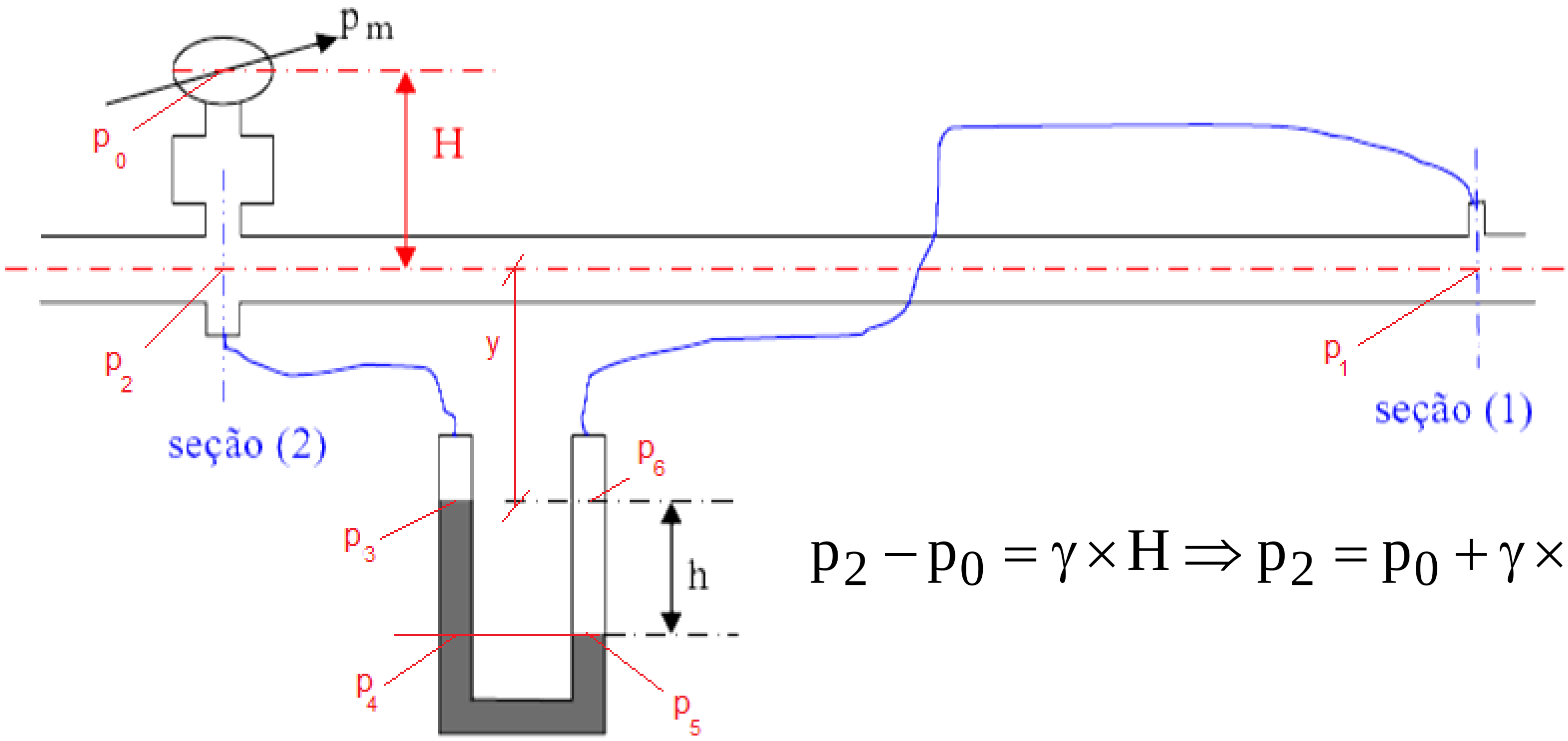
$$Q = \frac{\text{volume}}{\text{tempo}} = \frac{\Delta h \times A_{\text{tanque}}}{t}$$



Vamos trabalhar!

Problema 1

Com os dados especificados determine a pressão na seção (1) na escala efetiva e especifique a vazão do escoamento do fluido.

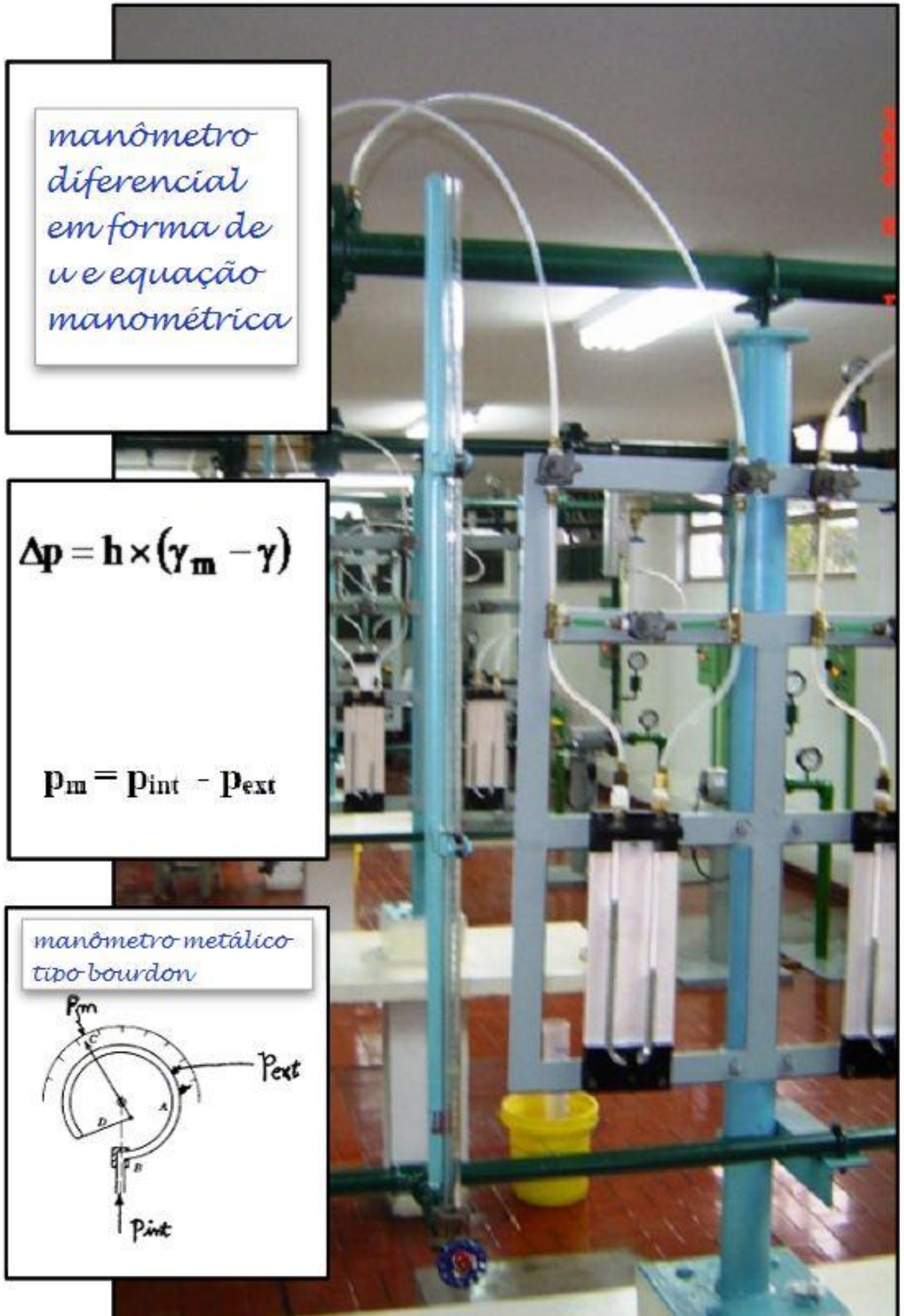


$$p_2 - p_0 = \gamma \times H \Rightarrow p_2 = p_0 + \gamma \times H$$

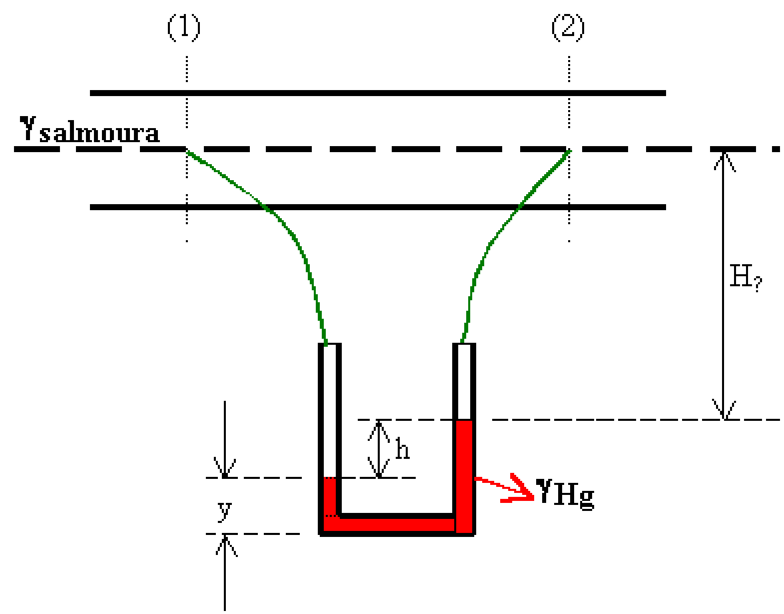
Teria uma maneira mais fácil de obter a solução anterior?

SIM!

PELA EQUAÇÃO MANOMÉTRICA, QUE É UMA REGRA PRATICA PARA SE DETERMINAR A DIFERENÇA DE PRESSÃO ENTRE DOIS PONTOS FLUIDOS.



A equação manométrica é uma regra prática, onde se adota um dos dois pontos fluidos como referência e escreve-se a pressão que age no mesmo, a esta pressão somam-se as colunas descendentes ($+\gamma h$) e subtraem-se as colunas ascendentes ($-\gamma h$), igualando-se a expressão assim obtida a pressão que atua no outro ponto fluido (aquele não escolhido como referência).



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

Problema 2

Q_2 (tipoB)

Na figura, a superfície da água está em (A) pois neste nível a pressão absoluta do AR é de 104 KPa abs. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manometro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/litro, o peso específico do mercurio de 136 N/litro e o diâmetro do reservatório D = 13 cm .

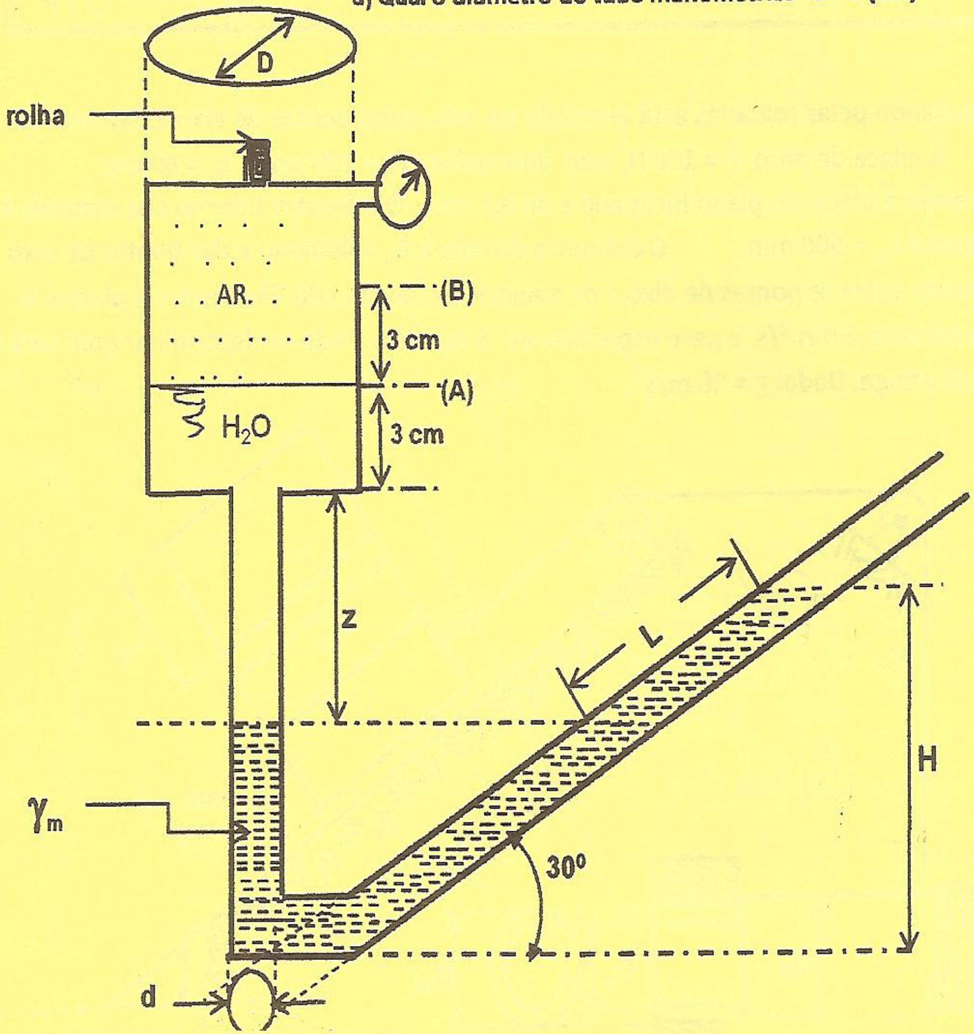
Pede-se:

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 ?

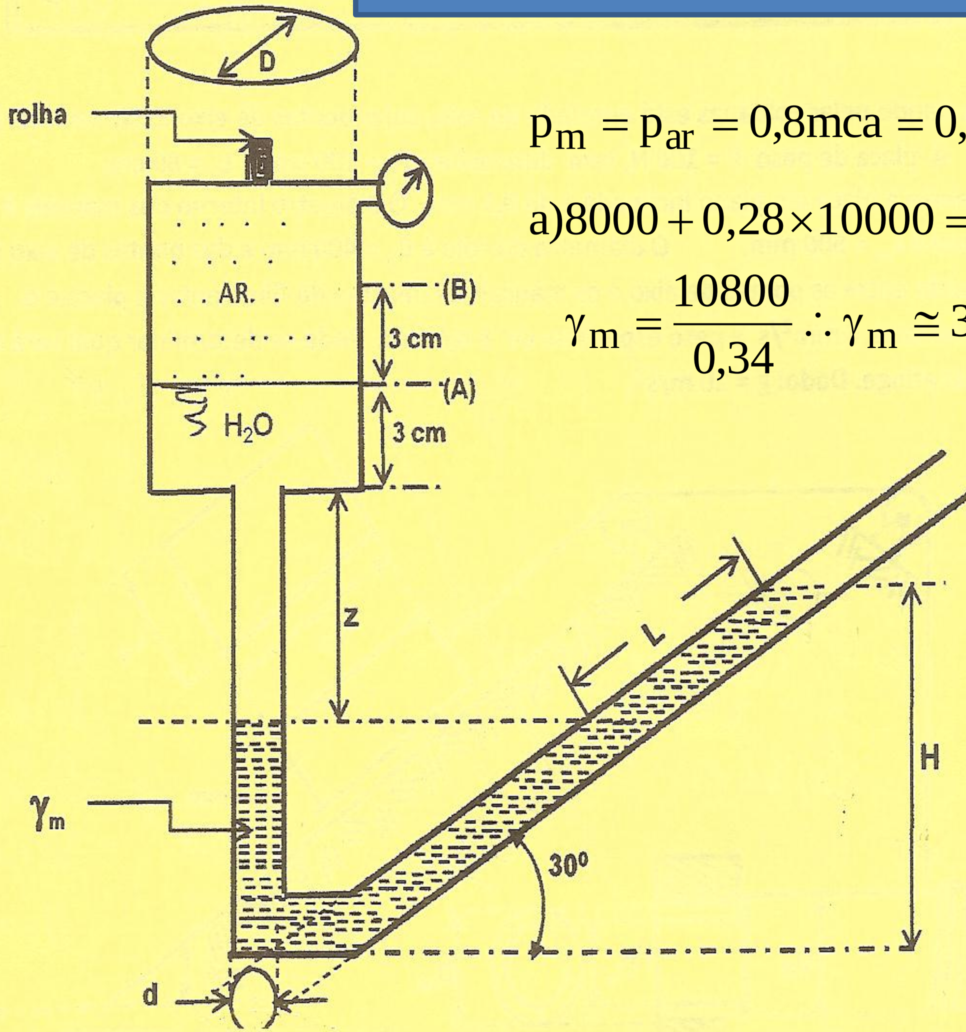
d) Qual o diâmetro do tubo manométrico d = ? (cm)



Q_2 (tipoB)

Na figura, a superfície da água está em (A) pois neste nível a pressão absoluta do AR é de 104 KPa abs. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manometro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/litro, o peso específico do mercurio de 136 N/litro e o diâmetro do reservatório D = 13 cm .

Pede-se: a) Qual o peso específico do fluido manométrico γ_m =?



$$p_m = p_{ar} = 0{,}8\text{mca} = 0{,}8 \times 10000 = 8000\,\frac{N}{m^2}\,(\text{ou Pa})$$

$$a)\,8000 + 0{,}28 \times 10000 = 0{,}34 \times \gamma_m$$

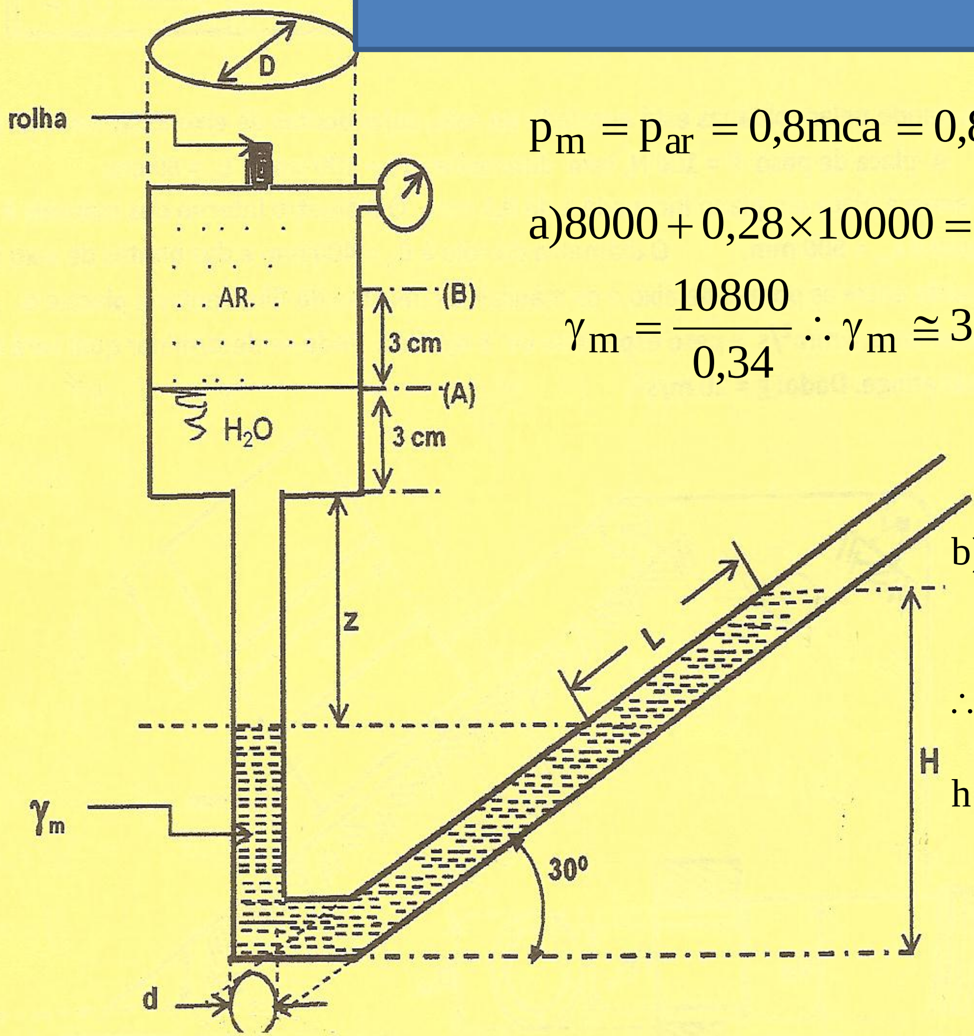
$$\gamma_m = \frac{10800}{0{,}34} \therefore \gamma_m \cong 31764{,}7\,\frac{N}{m^3} \Rightarrow (1{,}0)$$

Q_2 (tipoB)

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



$$p_m = p_{ar} = 0{,}8\text{mca} = 0{,}8 \times 10000 = 8000\,\frac{N}{m^2}\text{(ou Pa)}$$

$$a)\,8000 + 0{,}28 \times 10000 = 0{,}34 \times \gamma_m$$

$$\gamma_m = \frac{10800}{0{,}34} \therefore \gamma_m \cong 31764{,}7\,\frac{N}{m^3} \Rightarrow (1{,}0)$$

$$b)\ p_{ar_{abs}} = 104\text{kPa} = 104000\,\frac{N}{m^2}\text{(ou Pa)}$$

$$p_{ar_{abs}} = p_{ar} + p_{atm_{local}}$$

$$\therefore 104000 = 8000 + p_{atm_{local}} \therefore p_{atm_{local}} = 96000\text{ Pa} \Rightarrow (0{,}5)$$

$$h_{Hg} = \frac{96000}{136000} \times 1000 \cong 705{,}9\text{ mmHg} \Rightarrow (0{,}5)$$

Na figura, a superfície da água está em (A) pois neste nível a pressão absoluta do AR é de 104 KPa abs. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manometro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/litro, o peso específico do mercurio de 136 N/litro e o diâmetro do reservatório D = 13 cm .

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 ?

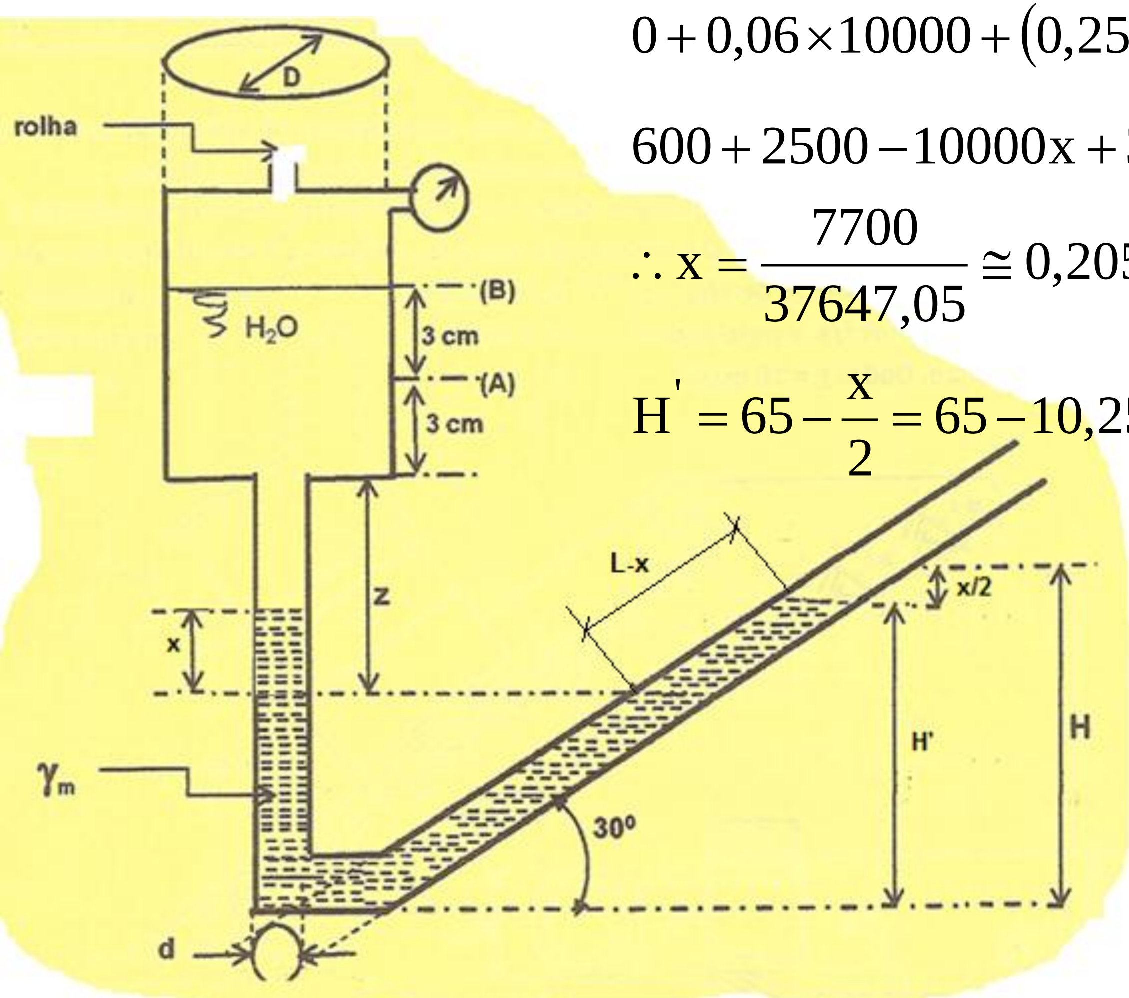
c)

$$0+0,06\times10000+(0,25-x)\times10000+x\times\gamma_m=\frac{(L-x)}{2}\times\gamma_m$$

$$600+2500-10000x+31764,7x=10800-15882,35x$$

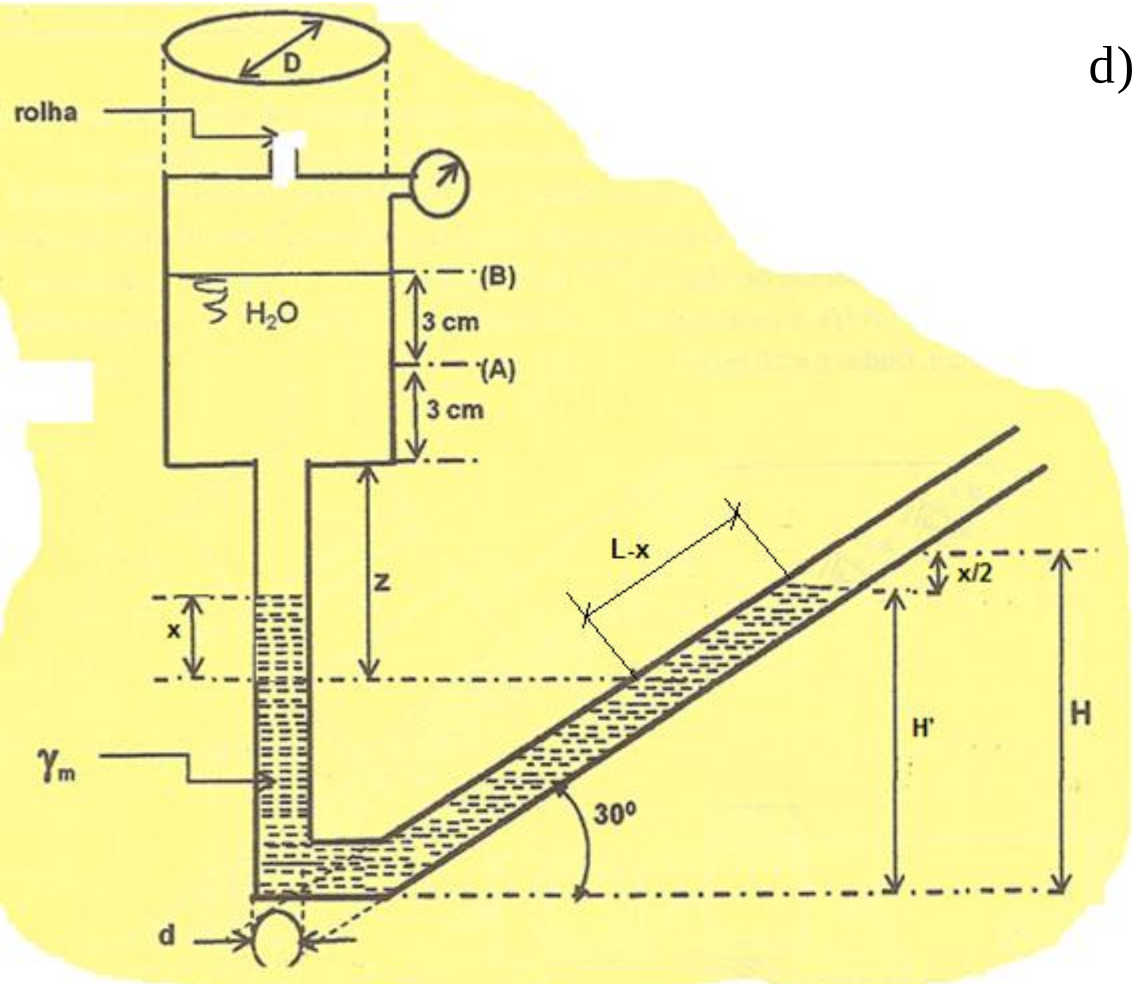
$$\therefore x=\frac{7700}{37647,05}\cong 0,205\text{m}\Rightarrow (0,5)$$

$$H'=65-\frac{x}{2}=65-10,25=54,75\text{cm}\Rightarrow 0,5$$



Na figura, a superfície da água está em (A) pois neste nível a pressão absoluta do AR é de 104 KPa abs. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manometro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/litro, o peso específico do mercurio de 136 N/litro e o diâmetro do reservatório D = 13 cm .

d) Qual o diâmetro do tubo manométrico d = ? (cm)



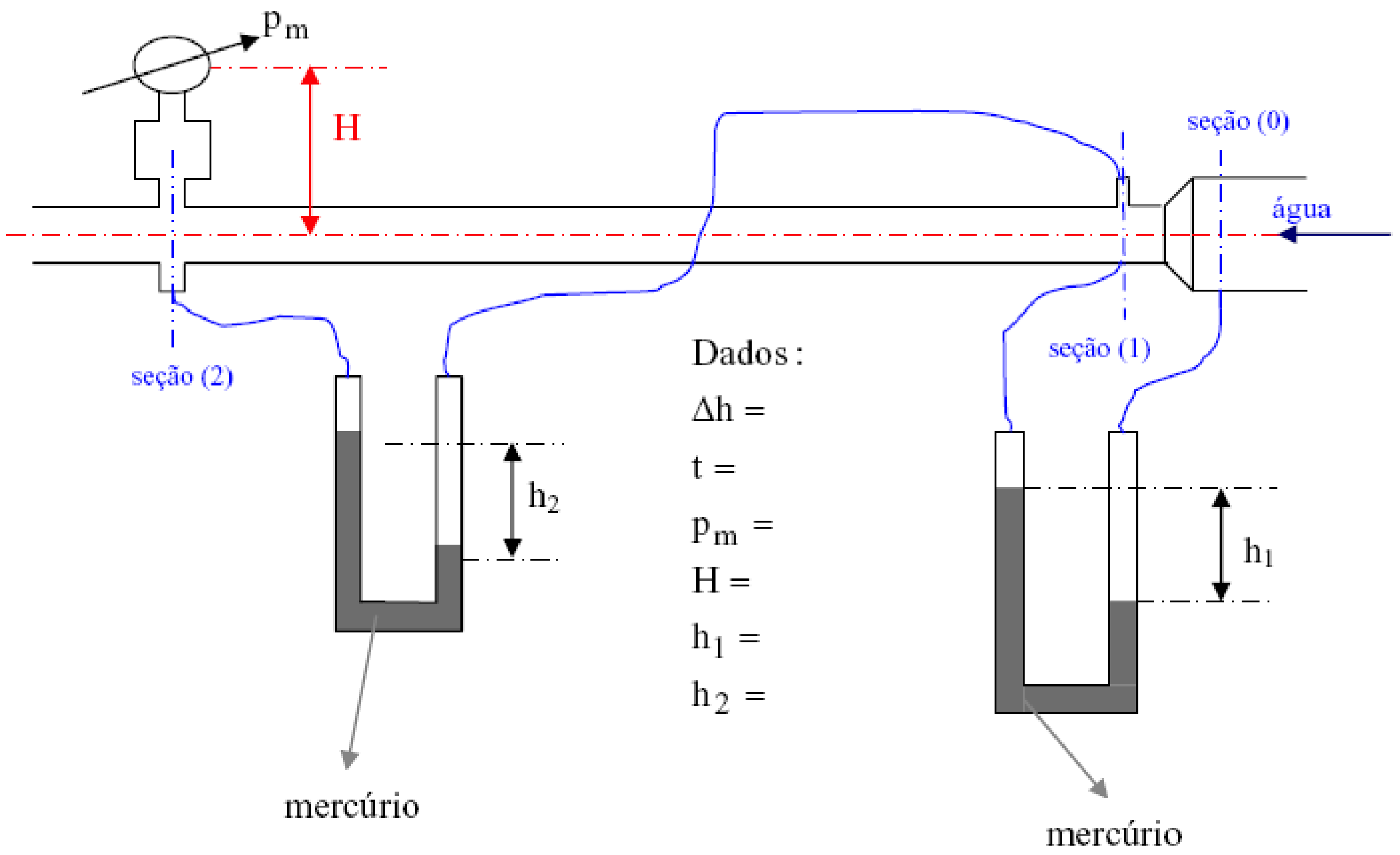
d)

$$3\times\frac{\pi\times 13^2}{4}=20{,}5\times\frac{\pi\times d^2}{4}$$

$$\therefore d=\sqrt{\frac{3\times 13^2}{20{,}5}}\cong 5{,}0\,\text{cm}$$

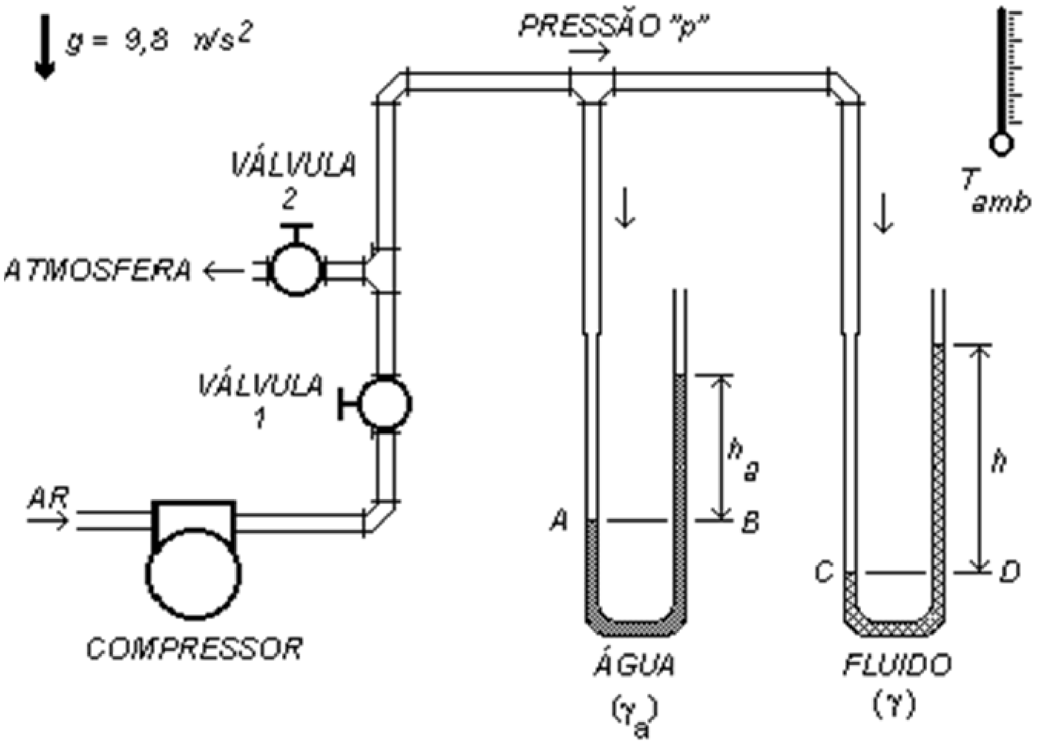
Problema 3

Com os dados especificados determine a pressão na seção (0) na escala efetiva e especifique a vazão do escoamento do fluido.



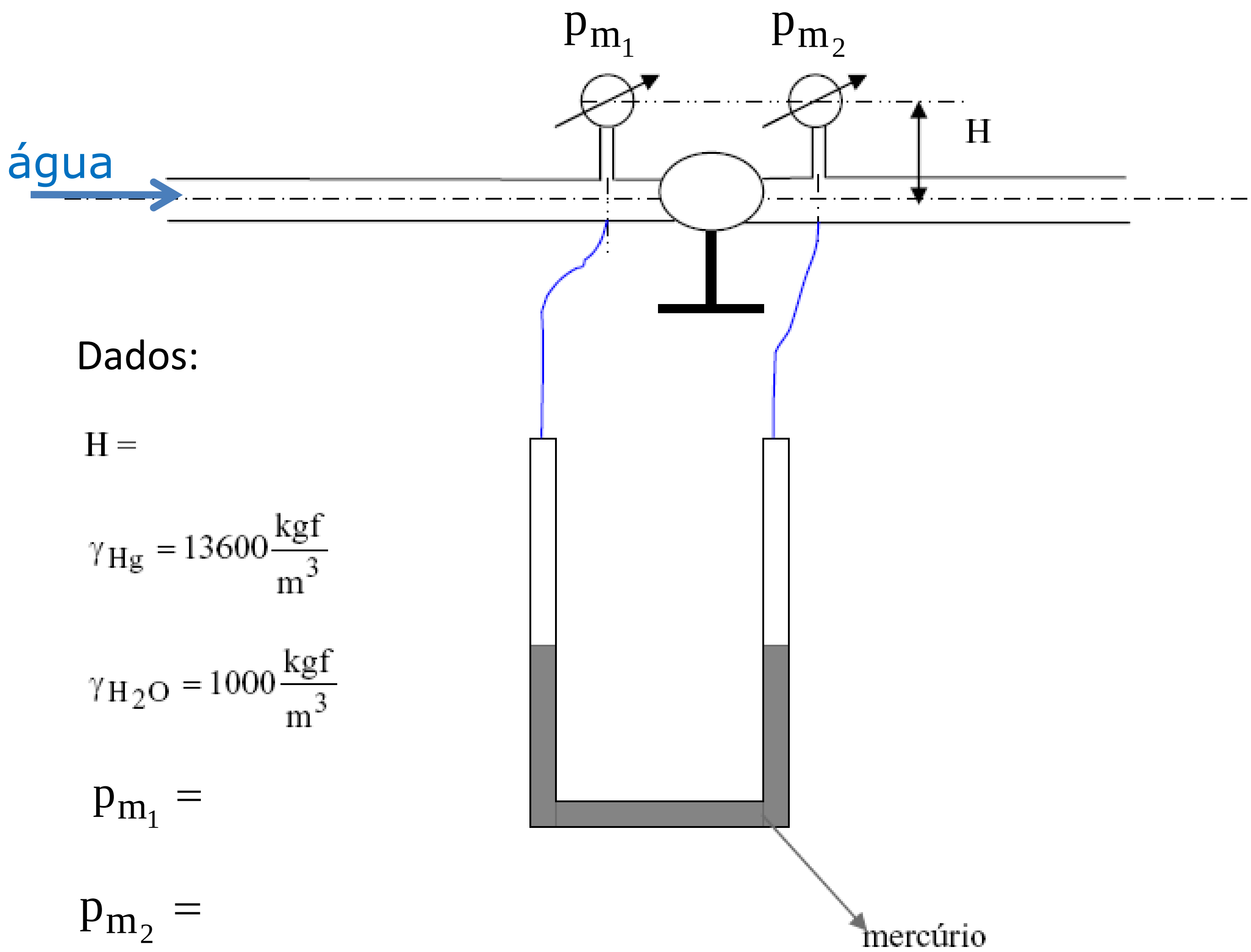
Problema 4

Conhecendo-se o peso específico d´água igual a 9872,4 N/m³ , o seu desnível h_2 = 25 cm e o desnível h = 1,84 cm, determine a pressão do ar na escala efetiva e o peso específico γ



Problema 5

Conhecidos os dados a seguir, especifique o desnível de mercúrio correspondente no manômetro diferencial em forma de U.



Dados:

$H =$

$\gamma_{Hg} = 13600 \frac{kgf}{m^3}$

$\gamma_{H_2O} = 1000 \frac{kgf}{m^3}$

$p_{m_1} =$

$p_{m_2} =$