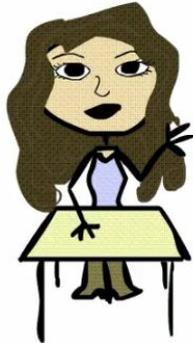


Quinta aula de laboratório de mecânica dos fluidos

Capítulo 2

Setembro de 2010

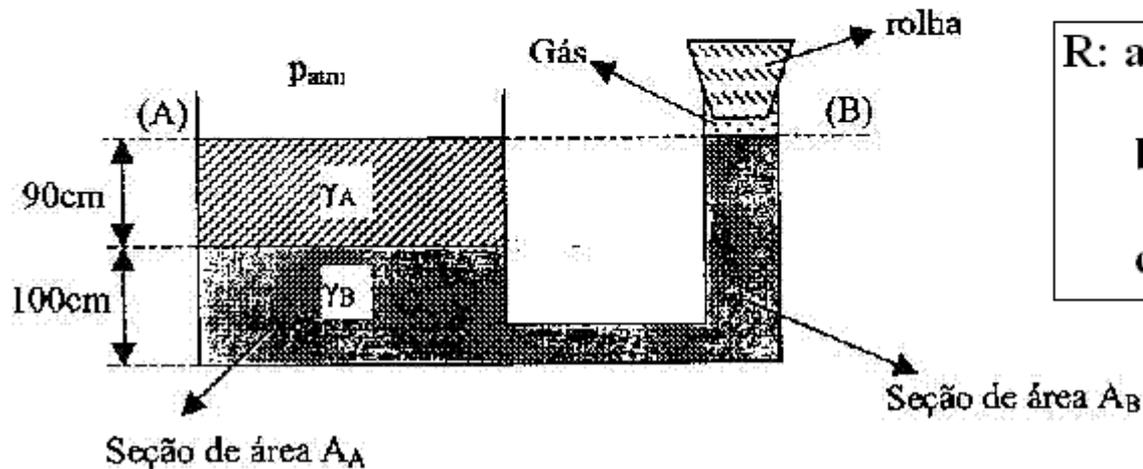


O Prof. Alfredo Alvim colocou uma lista de exercícios no Moodle , vamos considerar o exemplo abaixo:

Podemos também enxergá-lo de outro jeito!



- 6) O recipiente da figura apresenta os fluidos (A) e (B) no mesmo nível superior. Ao retirar a rolha, o nível (B), do ramo de área $A_B = 50\text{cm}^2$, sobe e o nível (A), do ramo de área $A_A = 200\text{cm}^2$, desce. Na nova posição de equilíbrio, o desnível entre (A) e (B) é de 10cm. Pede-se:
- Qual o peso específico γ_B , sendo $\gamma_A = 10000\text{N/m}^3$?
 - Qual a pressão em kPa sobre o nível (B) antes de retirar a rolha?
 - Qual a cota do nível (B), em relação ao fundo do recipiente, após a retirada da rolha?

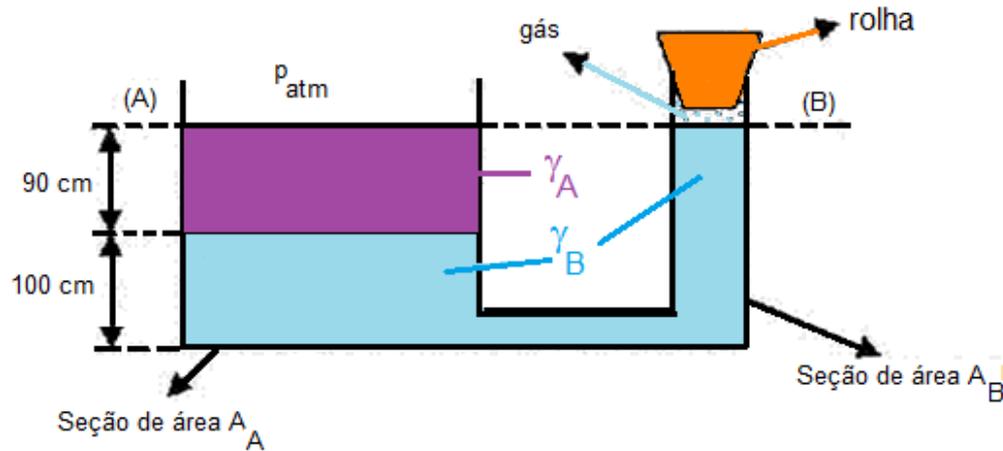


R: a) 9000 N/m^3

b) $0,9\text{ kPa}$

c) $h = 198\text{ cm}$

O recipiente da figura apresenta os fluidos (A) e (B) no mesmo nível superior. Ao retirar a rolha, o nível (B) sobe e o nível (A) desce. Na nova posição de equilíbrio o desnível entre (A) e (B) é de 10 cm. Pergunta-se:



- Qual o peso específico γ_B ?
- Qual a pressão em kPa sobre o fluido (B) antes de retirar a rolha?
- Qual a nova cota do fluido (B), em relação ao fundo do recipiente após a retirada da rolha?

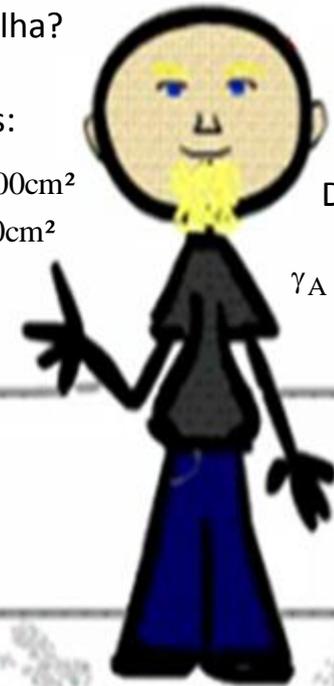
Dados:

$$A_A = 200\text{cm}^2$$

$$A_B = 50\text{cm}^2$$

Dado:

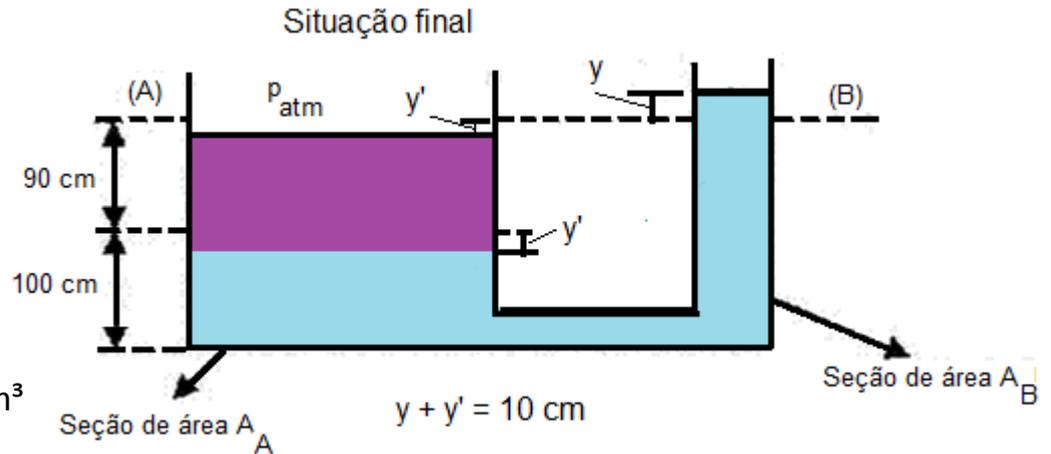
$$\gamma_A = 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$





Deve-se inicialmente enxergar a situação final!

a



→ fluido (A) = 10000N/m³

→ Fluido B = γ_B

$$y' \times 200 = y \times 50 \therefore y = 4y' \therefore 4y' + y' = 10 \Rightarrow y' = 2\text{cm}$$

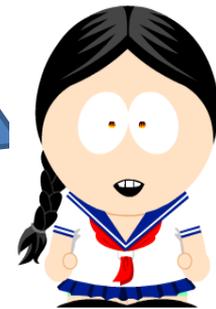
$$y + y' = 10 \Rightarrow y = 10 - 2 = 8\text{cm}$$

$$0,9 \times 10000 - 0,02 \times \gamma_B - 0,9 \times \gamma_B - 0,08 \times \gamma_B = 0 \therefore \gamma_B = 9000 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$



O valor encontrado mostra uma situação impossível de se observar na prática !

Por que?



Não dá para se ter um fluido mais denso em cima de um menos denso.



Verdade, mas as respostas dos itens b e c no Moodle só são obtidas com a situação impossível!



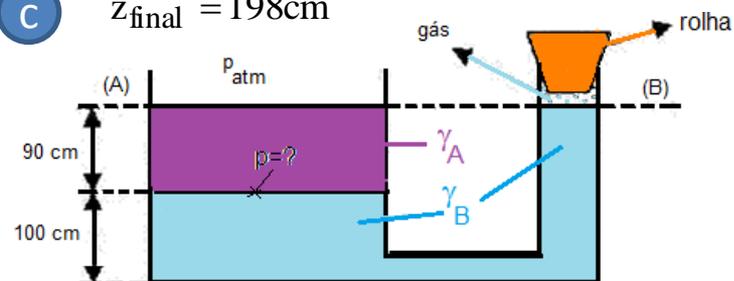
b

$$p_{\text{atm}} + 0,9 \times 10000 - 0,9 \times 9000 = p_{\text{gás}}$$

$$p_{\text{gás}} = 900\text{Pa} = 0,9\text{kPa}$$

c

$$z_{\text{final}} = 198\text{cm}$$



Infelizmente é verdade, mas o problema deve ser refeito supondo a situação viável, ou seja, o nível A sobe e o nível B desce, as demais condições serão mantidas!

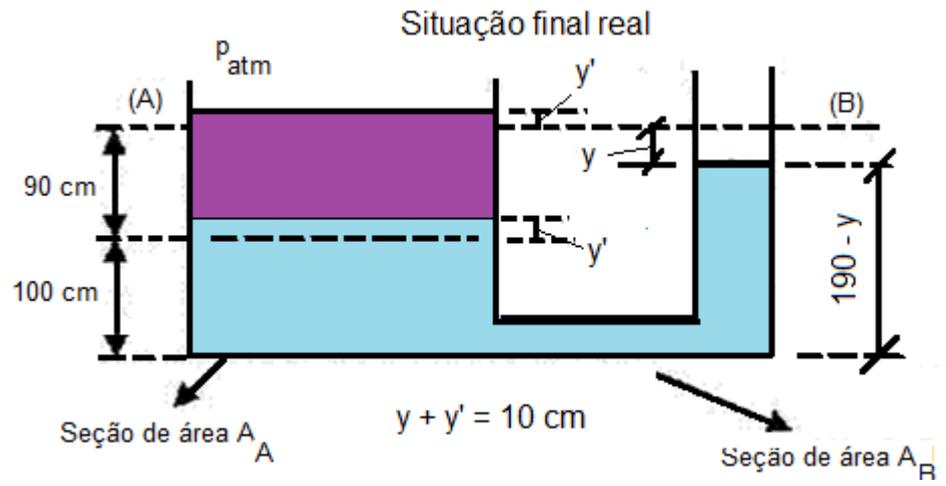


Beleza!
E aí se obtém novas respostas!





O item c está resolvido na própria figura!

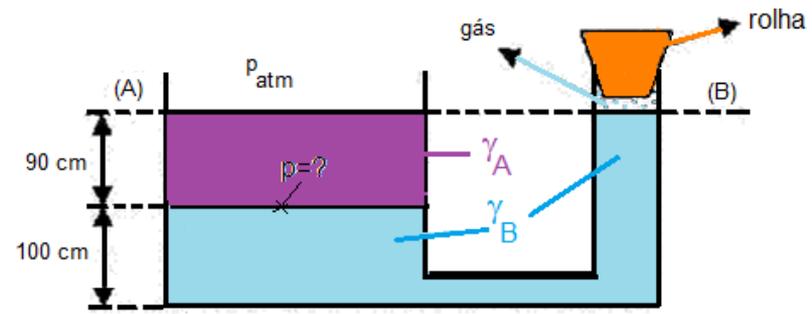


c

$$z_{\text{final}} = 190 - y = 190 - 8 = 182 \text{ cm}$$

b

$$p_{\text{atm}} + 0,9 \times 10000 - 0,9 \times 11250 = p_{\text{gás}} \therefore p_{\text{gás}} = -1125 \text{ Pa} = -1,125 \text{ kPa}$$



O item b fica igual ao que foi feito anteriormente, porém com o valor correto do peso específico do fluido B





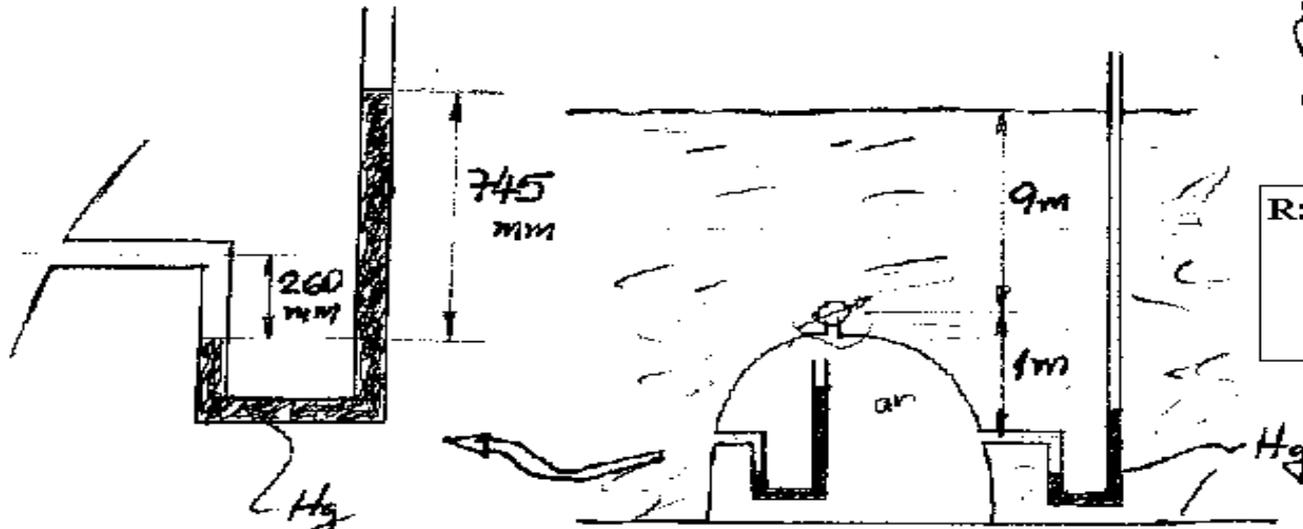
Outro que o Prof. Alfredo Alvim colocou uma lista de exercícios no Moodle .

Vamos também enxergá-lo de outra jeito!



7) Uma cúpula de aço cheia de ar está a **10 metros** de profundidade no oceano e no seu interior há um barômetro que indica **765 mm de Hg**. Em um manômetro diferencial de mercúrio, conforme figura, verifica-se altura de **745 mm de Hg**. Posto isto, determinar:

- A pressão atmosférica na superfície do oceano;
- A pressão do ar no interior da cúpula;
- A leitura do manômetro instalado no lado externo da cúpula;
- A altura de mercúrio no manômetro diferencial ligado por um tubo à atmosfera.



$$\rho_{Hg} = 13600 \text{ Kgf/m}^3$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1010 \text{ Kgf/m}^3$$

- R: a) 1,01734 kgf/cm²
b) 1,0404 kgf/cm²
c) 0,1314 kgf/cm²
d) 17 mm Hg

Uma cúpula de aço cheia de ar está a de 13 metros de profundidade no oceano. No interior da cúpula, que encontra-se totalmente isolada, tem-se um barômetro que indica $h_2 = 765 \text{ mmHg}$.

Instalou-se na cúpula dois manômetros diferenciais em U, sendo um interno que registra um desnível $h_1 = 745 \text{ mmHg}$ e outro externo que registra um desnível a h_3 de mmHg.

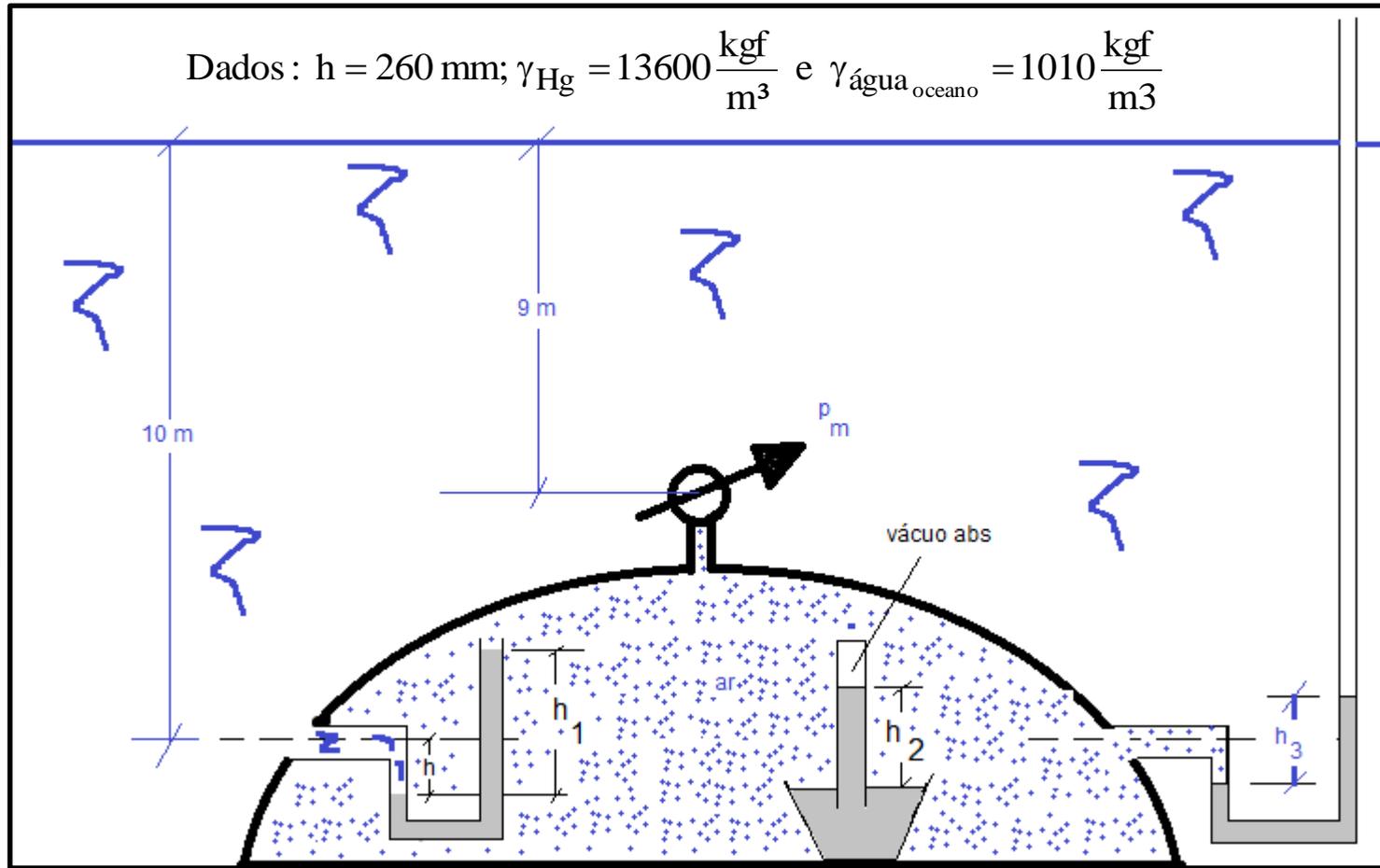
Pede-se determinar:

- a pressão atmosférica local;
- A pressão do ar no interior da cúpula;
- A leitura manométrica;
- o desnível h_3 .



Não estou vendo peixe neste oceano!

Dados: $h = 260 \text{ mm}$; $\gamma_{\text{Hg}} = 13600 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ e $\gamma_{\text{água}_{\text{oceano}}} = 1010 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$



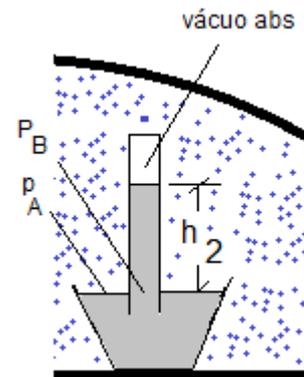
b



Iniciamos pelo item b), ou seja, pela leitura do barômetro

$$p_A = p_B \Rightarrow p_{ar} = 0,765 \times 13600$$

$$\therefore p_{ar} = 10404 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} (\text{abs})$$



a

A resposta do item b no Moodle não está correta, pois foi dada como efetiva!



Para o item a), nós evocamos o teorema de Stevin e o aplicamos no manômetro diferencial interno:

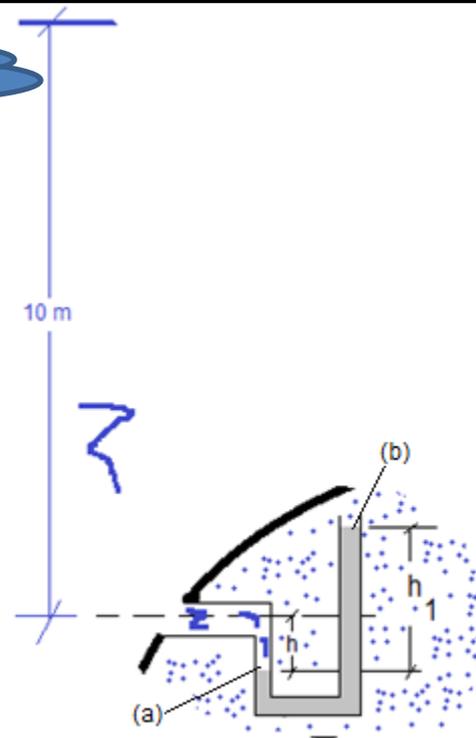
$$p_a - p_b = \gamma_{Hg} \times h_1$$

$$p_a = p_{atm} + 10 \times 1010 + 0,26 \times 1010$$

$$p_b = p_{ar} = 10404 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\therefore p_{atm} + 10 \times 1010 + 0,26 \times 1010 - 10404 = 0,745 \times 1360$$

$$\therefore p_{atm} = 10173,4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$



c

NESTE ITEM EVOCA-SE A LEITURA DE UM MANÔMETRO METÁLICO TIPO BOURDON, NO CASO UM VACUÔMETRO.



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

$$p_m = (10404 - 10173,4) - 9 \times 1010$$

$$\therefore p_m = -8859,4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

d

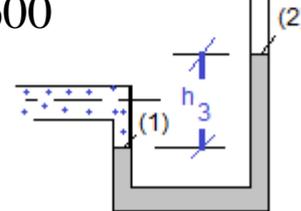
A resposta do item c apresentada no Moodle também está errada!

No item a), nós evocamos o teorema de Stevin e o aplicamos no manômetro diferencial externo:

$$p_1 - p_2 = h \times \gamma_{\text{Hg}} \therefore p_{\text{ar}} - p_{\text{atm}} = h \times \gamma_{\text{Hg}}$$

$$10404 - 10173,4 = h \times 13600 \therefore h = \frac{10404 - 10173,4}{13600}$$

$$h \cong 17\text{mm}$$



50% das respostas do Moodle estavam certas!



Vejam também os 50 problemas colocados no sítio:

http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/aulasfei/22010/planejamento_fei_22010_lab.htm

clique em "Exercícios de hidrostática"

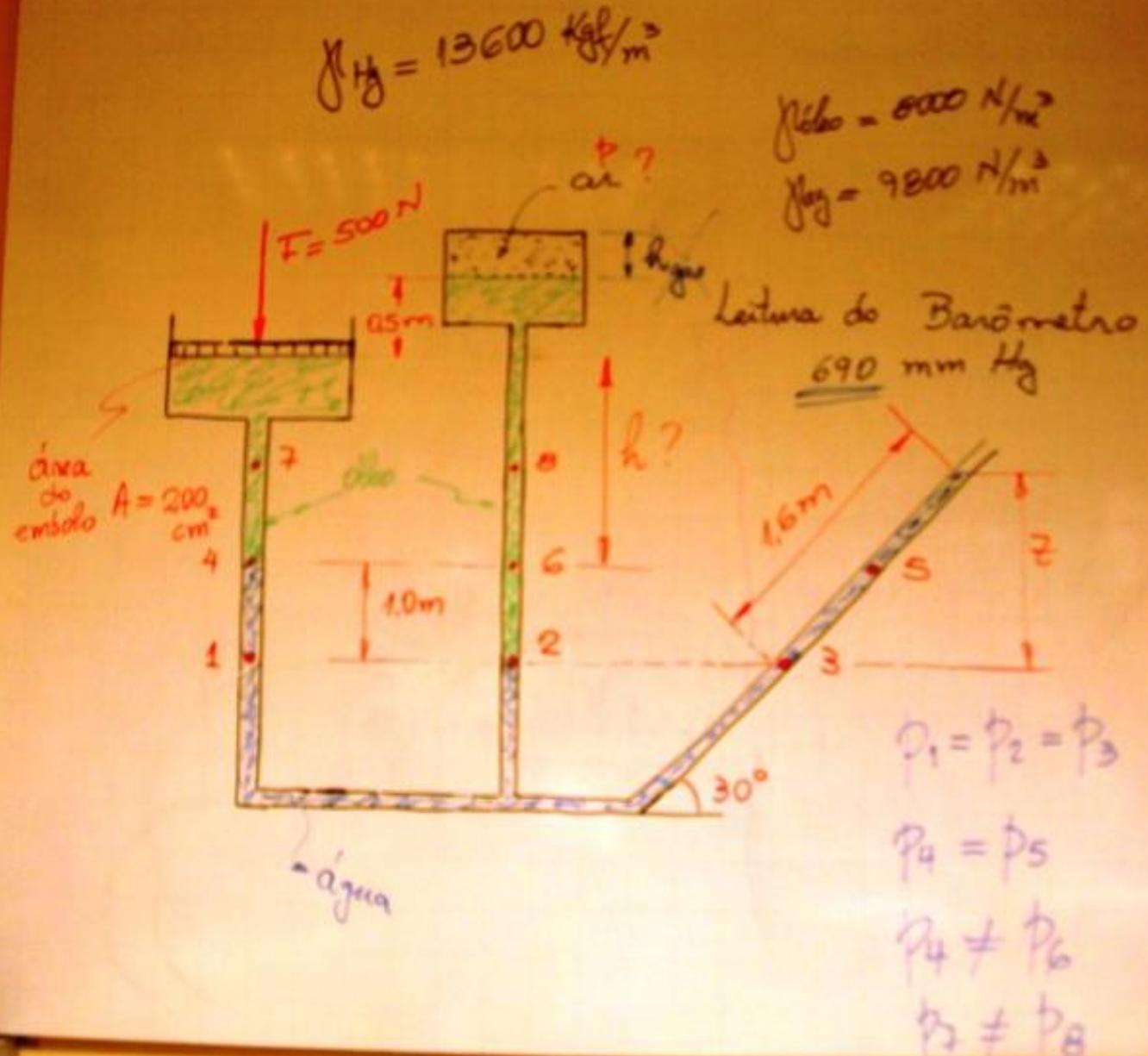


**É FUNDAMENTAL QUE VOCÊS
FAÇAM OS 21 EXERCÍCIOS DO
CAPÍTULO 2 DO LIVRO DO
PROFESSOR FRANCO,
QUALQUER DÚVIDA
CONSULTEM:**

http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/aulasfei/quarta_aula_22006_cap2.pdf



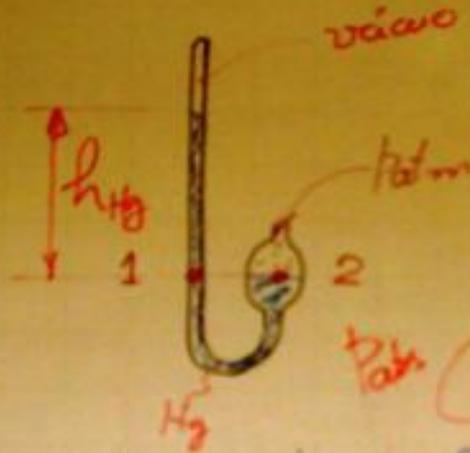
Extra criado pelo professor Giroldo, só não tinha enunciado, mas parece que seria: "determine a altura h."



Solução do extra criado pelo professor Giroldo



Barometro de Torricelli



$$p_1 = p_2$$

$$h \rho_{Hg} = p_{atm}$$

$$0,69 \cdot 13600 = p_{atm}$$

$$\frac{Hh}{2} 9384 = p_{atm}$$

$$p_1 = 1 \cdot \rho_{Hg} + h \rho_{ol} + p_{emb} + p_{atm}$$

$$p_2 = (1 + 0,5 + h) \rho_{ol} + p_{ar} + p_{atm}$$

$$p_3 = 1,6 \times \sin 30^\circ \rho_{Hg} + p_{atm}$$

Solução do extra criado
pelo professor Giroldo



Refaça o exercício
supondo dados:
 $p_{ar} = 2280 \text{ N/m}^2$ e a
cota inclinada igual a
3,8 m ao invés de
1,6m, aí além da
cota h , determine a
força aplicada ao
embolo (F) e a
pressão do ar na
escala absoluta.

$$\phi_2 = \phi_3$$

$$15 \rho_{ol} + h \rho_{ol} + p_{ar} = 16 \sin 30^\circ \rho_{og}$$

$$15 \cdot 8000 + h \cdot 8000 + 22800 = 0,8 \cdot 9800$$

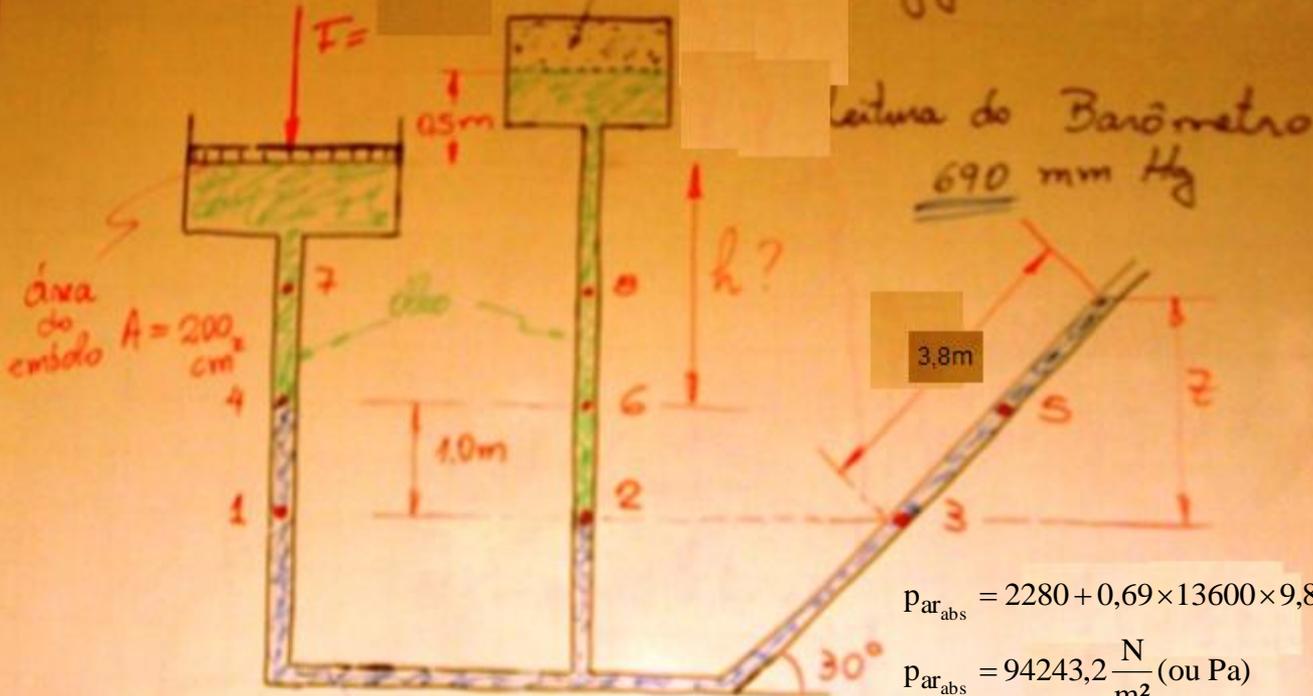
$$h = -3,37 \text{ m} ??$$

numéricamente incoerente

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

$$\gamma_{\text{leo}} = 8000 \frac{N}{m^3}$$

$$\gamma_{\text{ág}} = 9800 \frac{N}{m^3}$$



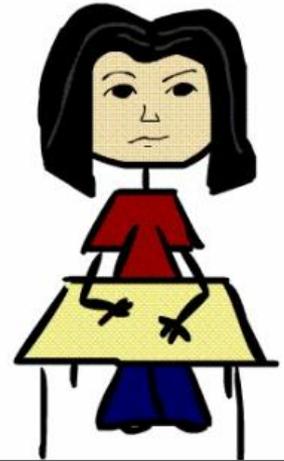
$$p_{\text{ar,abs}} = 2280 + 0,69 \times 13600 \times 9,8$$

$$p_{\text{ar,abs}} = 94243,2 \frac{N}{m^2} \text{ (ou Pa)}$$

$$p_1 = p_2 = p_3$$

$$p_3 = z \times \gamma_{\text{água}} = 3,8 \times \text{sen}30^\circ \times 9800$$

$$\therefore p_3 = 18620 \frac{N}{m^2}$$



$$p_2 = p_{\text{ar}} + (1,5 + h) \times \gamma_{\text{óleo}}$$

$$18620 = 14280 + h \times 8000$$

$$\therefore h = 0,5425 \text{ m}$$



$$p_1 = \frac{F}{200 \times 10^{-4}} + 0,5425 \times 8000 + 1 \times 9800 = 18620$$

$$\therefore F = 89,6 \text{ N}$$