

Terceira aula de FT

Segundo semestre de 2014



O que já
estudamos?



transporte de fluido
transporte de calor

Fenômenos de transporte
na engenharia civil



Líquido + gás = fluido

O QUE JÁ
ESTUDAMOS ATÉ
AQUI



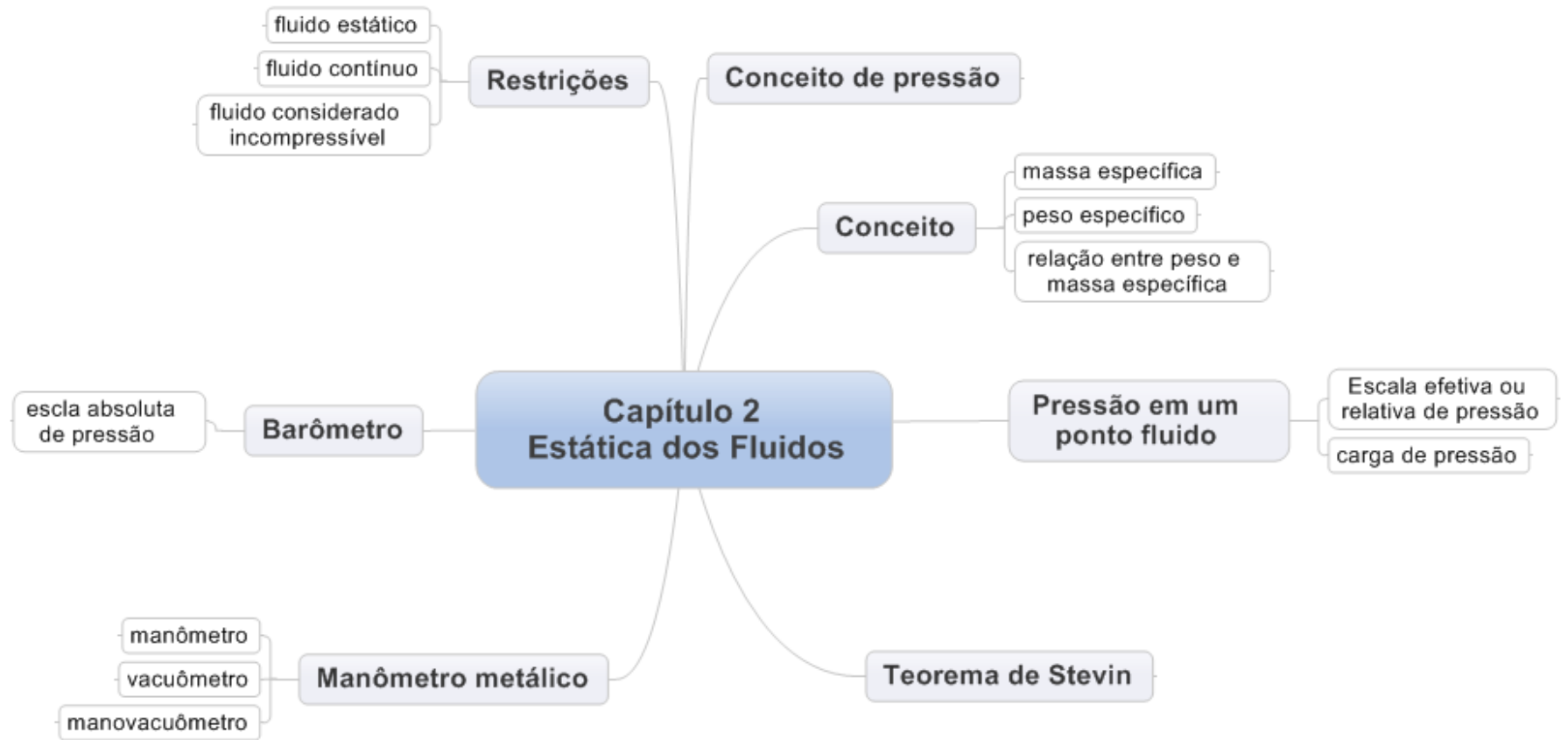
Primeira classificação
dos fluidos

líquido
gás

Bibliografia básica:
Mecânica dos Fluidos
Franco Brunetti

Mecânica dos fluidos
é a ciência que estuda
o comportamento dos
fluidos em movimento
e estáticos

vamos iniciar
com o fluido estático
ESTÁTICA DOS FLUIDOS



Vamos recordar e
reforçar o que
falamos sobre os
manômetros
metálicos!





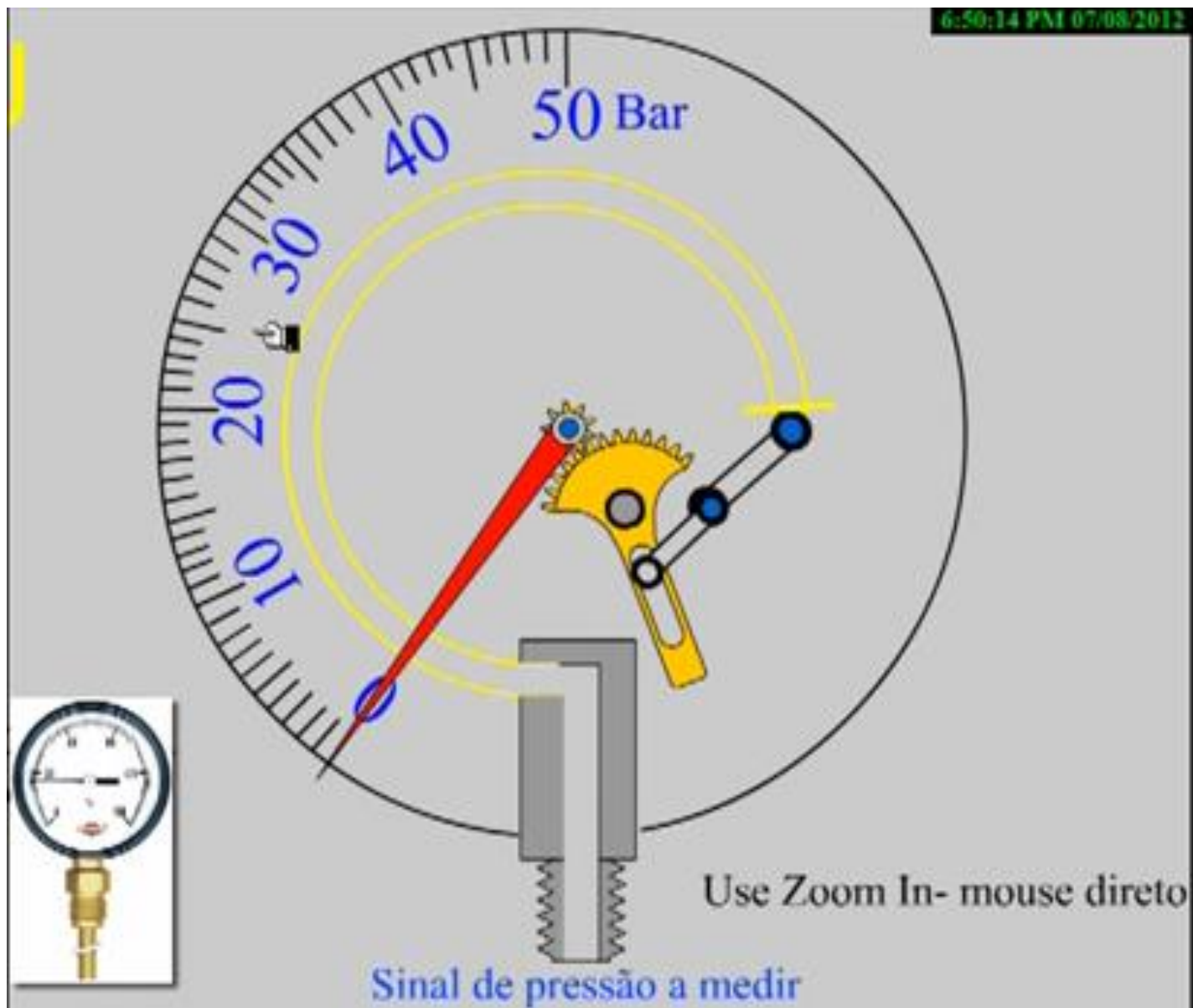
Pressão interna

Pressão externa igual a
pressão atmosférica local

Veja a animação no endereço abaixo:

<http://www.youtube.com/watch?v=vB05eclkYEQ>





6:51:32 PM 07/08/2012



Use Zoom In- mouse direto

Sinal de pressão a medir



Use Zoom In- mouse direto

Sinal de pressão a medir

Gostaria também de
mencionar como a massa
específica da água varia com a
temperatura.



Vimos inicialmente que o fluido inicialmente pode ser classificado em líquido e gás, sendo que o líquido tem volume próprio. Uma segunda classificação dos fluidos seria alicerçado no fato dele poder ser considerado incompressível ou compressível, isto em função da variação, ou não, da sua massa específica (ρ), caso ela permaneça constante, é considerado incompressível e este é o caso das aplicações d'água na engenharia civil, onde observamos processos isotérmicos, ou seja, processos que ocorrem à temperatura constante.



Mas, como ela varia com a temperatura?



Para não ter que recorrer a tabelas e para praticar a utilização da calculadora, vamos recorrer a expressão dada a seguir.

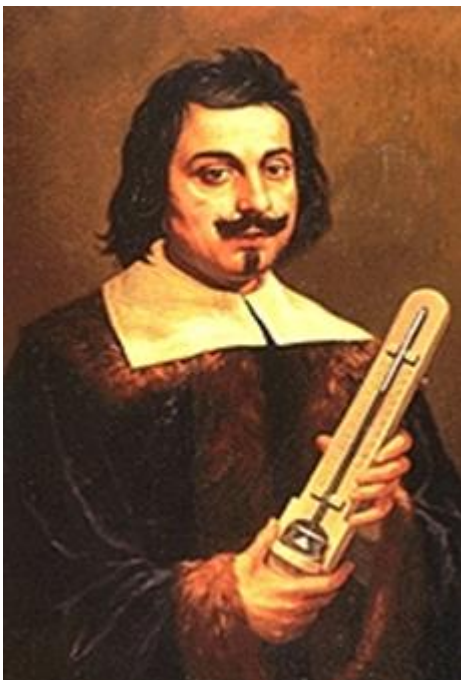


$$\rho = 1000 - 0,01788 \times \left| \text{temperatura em } ^\circ\text{C} - 4 \right|^{1,7}$$

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Vamos também
refletir sobre uma
história do
barômetro

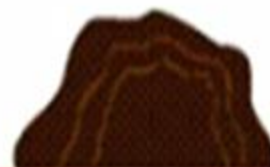
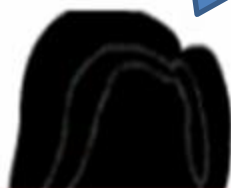




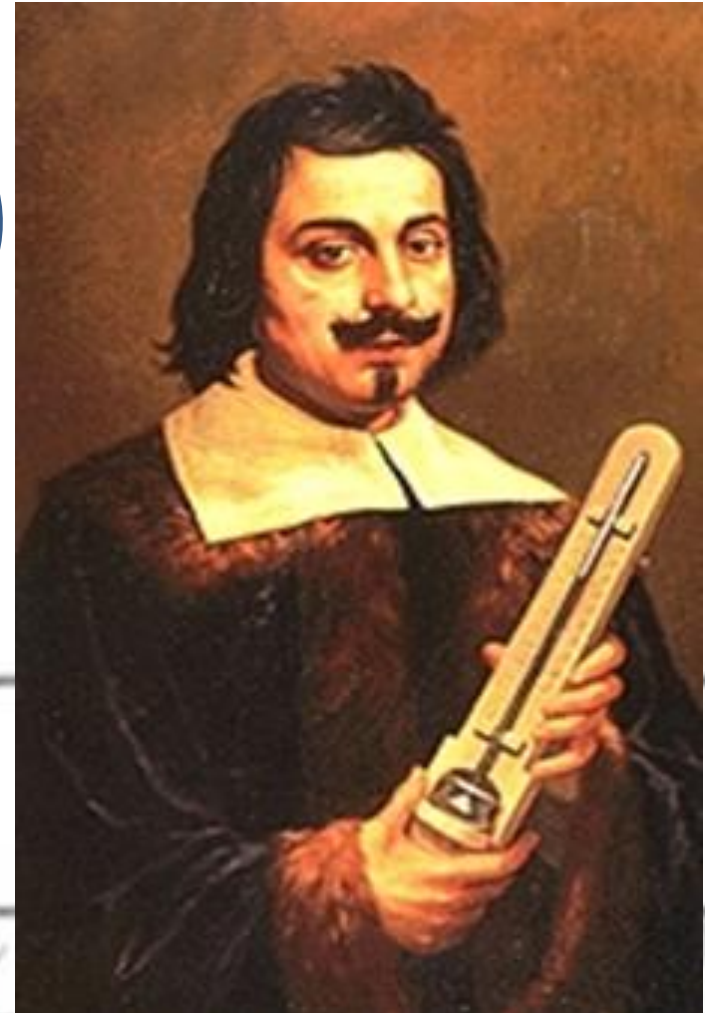
Ele foi idealizado
pelo meu amigo
Evangelista
Torricelli



Para que
serve?



Para responder esta
pergunta vou
considerar um texto
que muito me
agrada.



O barômetro

Há algum tempo recebi um convite de um colega para servir de árbitro na revisão de uma prova de Meteorologia Física. Tratava-se de avaliar uma questão de física, que recebera nota 'zero'.

O aluno contestava tal conceito, alegando que merecia nota máxima pela resposta, a não ser que houvesse uma 'conspiração do sistema' contra ele.

Professor e aluno concordaram em submeter o problema a um juiz imparcial, e eu fui o escolhido. Chegando à sala de meu colega, li a questão da prova, que dizia: 'Mostrar como se pode determinar a altura de um edifício alto com o auxílio de um barômetro'.

A resposta do estudante foi a seguinte: 'Leve o barômetro ao alto do edifício e amarre uma corda nele; baixe o barômetro até a calçada; em seguida use a corda e meça seu comprimento; este comprimento será igual à altura do edifício'. Sem dúvida era uma resposta interessante, e de alguma forma correta, pois satisfazia o enunciado.

Por instantes vacilei quanto ao veredicto. Recompondo-me rapidamente, disse ao estudante que ele tinha forte razão para ter nota máxima, já que havia respondido a questão completa e corretamente. Entretanto, se ele tirasse nota máxima, estaria caracterizada uma classificação para um curso de Física, mas a resposta não confirmava isso.

Sugeri então que fizesse uma outra tentativa para responder à questão. Não me surpreendi quando meu colega concordou, mas sim quando o estudante resolveu encarar o que eu imaginei seria um bom desafio.

Segundo o acordo, ele teria seis minutos para responder à questão; isto após ter sido prevenido de que sua resposta deveria demonstrar, necessariamente, algum conhecimento de física.

Passados cinco minutos ele não havia escrito nada; apenas olhava pensativamente para o teto da sala.

Perguntei-lhe então se desejava desistir, pois eu tinha um compromisso logo em seguida, e não tinha tempo a perder. Mais surpreso ainda fiquei quando o estudante anunciou que não havia desistido. Na realidade tinha muitas respostas, e estava justamente escolhendo a melhor. Desculpei-me pela interrupção e solicitei que continuasse.

No momento seguinte ele escreveu esta resposta: 'Vá ao alto do edifício, incline-se numa ponta do telhado e solte o barômetro, medindo o tempo de queda desde a largada até o toque com o solo. Depois, empregando a fórmula $h = \frac{1}{2}gt^2$ calcule a altura do edifício'.

Perguntei então ao meu colega se ele estava satisfeito com a nova resposta, e se concordava com a minha disposição em conferir praticamente nota máxima à prova.

Meu colega concordou, embora sentisse nele uma expressão de descontentamento, talvez inconformismo...

Ao sair da sala lembrei-me que o estudante havia dito ter outras respostas para o problema. Embora já sem tempo, não resisti à curiosidade e perguntei-lhe quais eram estas respostas.

Ah!, sim,' - disse ele - 'há muitas maneiras de se achar a altura de um edifício com a ajuda de um barômetro'.

Perante a minha curiosidade e a já perplexidade de meu colega, o estudante desfilou as seguintes explicações.

'Por exemplo, num belo dia de sol pode-se medir a altura do barômetro e o comprimento de sua sombra projetada no solo, bem como a do edifício. Depois, usando uma simples regra de três, determina-se a altura do edifício'.

'Um outro método básico de medida, aliás bastante simples e direto, é subir as escadas do edifício fazendo marcas na parede, espaçadas da altura do barômetro. Contando o número de marcas, ter-se-á a altura do edifício em unidades barométricas'.

'Um método mais sofisticado seria amarrar o barômetro na ponta de uma corda e balançá-lo como um pêndulo, o que permite a determinação da aceleração da gravidade (g). Repetindo a operação ao nível da rua e no topo do edifício, tem-se $2g$ s, e a altura do edifício pode, a princípio, ser calculada com base nessa diferença'.

'Finalmente', concluiu, 'se não for cobrada uma solução física para o problema, existem outras respostas. Por exemplo, pode-se ir até o edifício e bater à porta do síndico. Quando ele aparecer, diz-se: Caro Sr. síndico, trago aqui um ótimo barômetro; se o Sr. me disser a altura deste edifício, eu lhe darei o barômetro de presente'.

A esta altura, perguntei ao estudante se ele não sabia qual era a resposta esperada para o Problema. Ele admitiu que sabia, mas estava tão farto com as tentativas dos professores de controlar o seu raciocínio e a cobrar respostas prontas com base em informações mecanicamente arroladas, que ele resolveu contestar aquilo que considerava, principalmente, uma farsa.

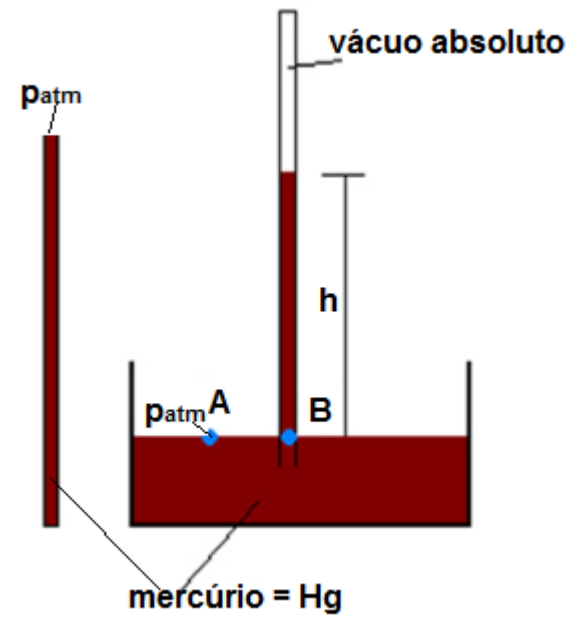
O estudante era **Niels Bohr**, o único Dinamarquês que ganhou o **Prêmio Nobel da Física em 1922** e o árbitro era Rutherford **Prêmio Nobel de Química em 1910**.

"Grandes espíritos sempre se defrontaram com oposição sem trégua das mentes medíocres - **Albert Einstein**".

Voltando a pergunta, podemos afirmar que o barômetro possibilita a determinação da pressão atmosférica.

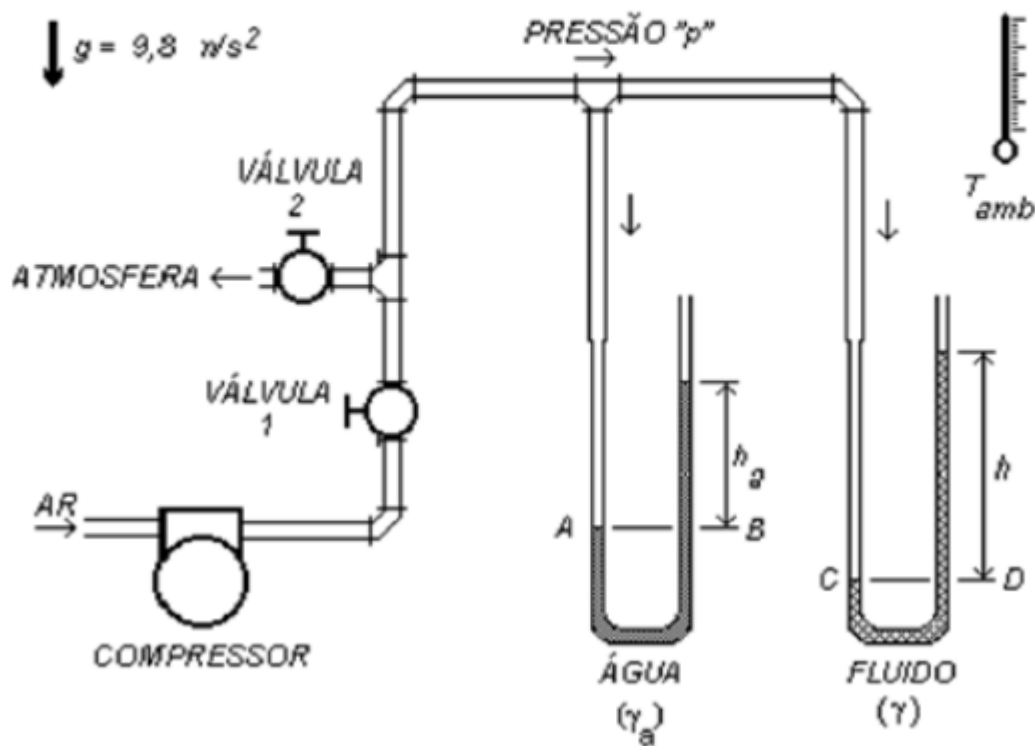


Esquemáticamente,
temos:

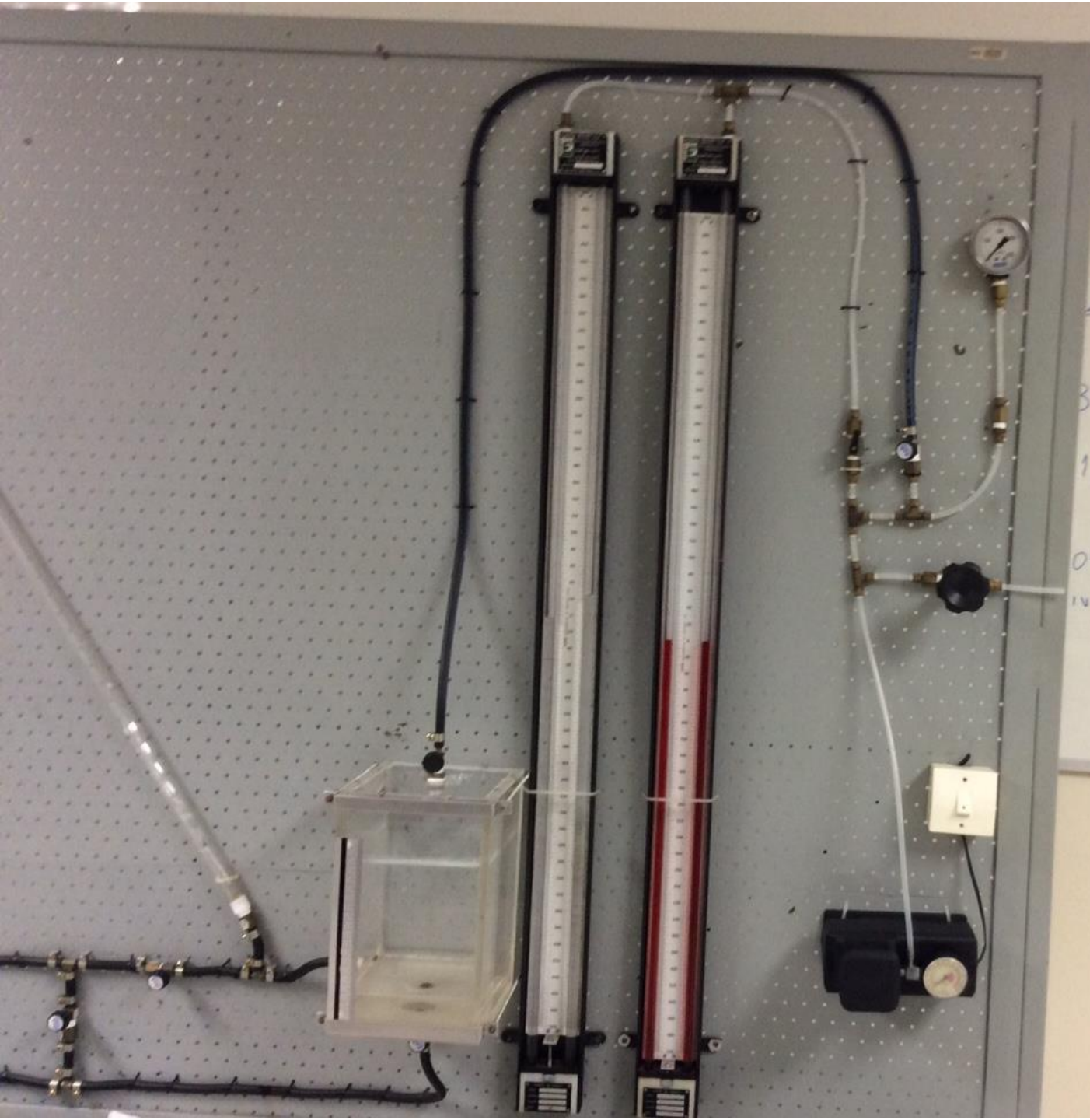


$$P_{\text{atm}} = \gamma_{\text{Hg}} \times h$$

Conhecendo-se o peso específico d' água igual a $9872,4 \text{ N/m}^3$, o seu desnível $h_2 = 25 \text{ cm}$ e o desnível $h = 1,84 \text{ cm}$, determine a pressão do ar na escala efetiva e o peso específico γ



Determine também o seu valor na escala absoluta sabendo que a leitura barométrica é igual a 700 mm Hg (peso específico do mercúrio igual a $134135,9 \text{ N/m}^3$)



$$Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\rho g}$$

$$5 + \frac{0,1 \cdot 10^6 - 362 \cdot 10^3}{995,7 \cdot 9,8} = -31,$$

$$z_{tot} + f \cdot \frac{(L + \sum L_{eq})}{D_u} \cdot \frac{Q^2}{2g A^5}$$

$$31,9 + f \cdot (326 + 2 \cdot 376 +$$

$$1,9 + f_u \cdot 2843642,4 \cdot Q^2$$

$$0475Q^2 + 0,0709Q - 31,9$$

ivre $H_3 = 0$

$$p_{ar} - \gamma_{\text{água}} \times h_2 = p_{\text{atm|local}}$$

Escala efetiva a pressão atmosférica é zero :

$$p_{ar} - 9872,4 \times 0,25 = 0 \therefore p_{ar} \cong 2468,1 \text{Pa}$$

$$p_{ar} - \gamma_{\text{fluido}} \times h = p_{\text{atm|local}}$$

$$2468,1 - \gamma_{\text{fluido}} \times 0,0184 = 0$$

$$\gamma_{\text{fluido}} = \frac{2468,1}{0,0184} \cong 134135,9 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$p_{\text{arabs}} = p_{ar} + p_{\text{atm|local}}$$

$$p_{\text{arabs}} = 2468,1 + 0,7 \times 134135,0 \cong 96363,23 \text{Pa}$$



O FUNCIONAMENTO DA BANCADA POR SER VISTO NO YOUTUBE:

<http://www.youtube.com/watch?v=f7ITRd9qJ7I&list=UUuq0tuMktTfPfa7CmjYh0jg>