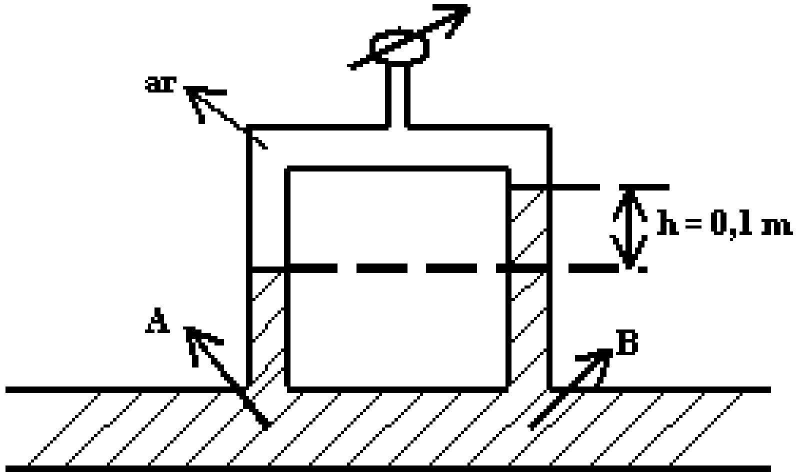

O engenheiro
além de
resolver
problemas tem
que criar
oportunidade!

Resolvendo problemas e criando oportunidades será feliz em sua profissão!


Antes de responder a pergunta anterior (cálculo do comprimento equivalente da válvula globo), vamos resolver mais um problema e este elaborado pelo MEC para avaliação dos cursos de engenharia.
Ela nos possibilitará desenvolver uma próxima atividade no laboratório.

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 :

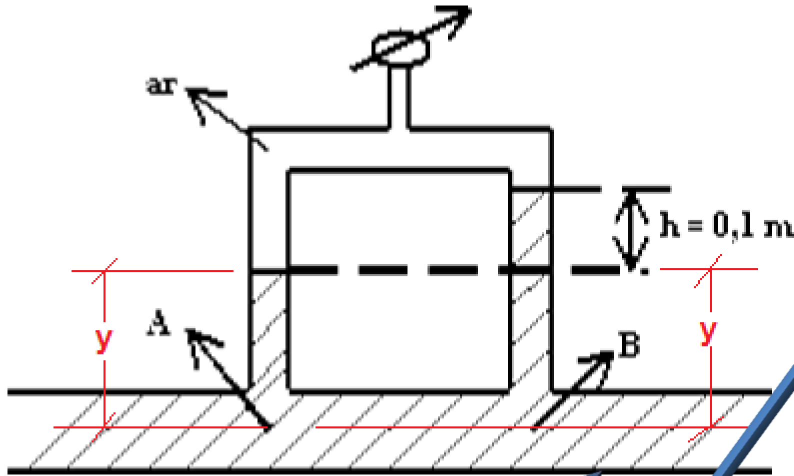
$\rho_{água} = 1000 kg / m^3;$

$\rho_{ar} = 1,2 kg / m^3;$

$g = 9,8 m / s^2$

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

1. determine o diferencial de pressão entre os pontos A e B, em Pa; (valor: 2,5 pontos)
2. calcule a pressão absoluta no interior da camada de ar, sendo a leitura do manômetro de Bourdon Pman = 10^4Pa, e a pressão atmosférica local Patm = 10^5Pa; (valor: 2,5 pontos)
3. responda se é possível utilizar o dispositivo mostrado na figura para medir a vazão de água que escoa através da tubulação, justificando sua resposta; (valor: 2,5 pontos)
4. indique o sentido do escoamento do fluido ao longo da tubulação (A para B ou B para A). (valor: 2,5 pontos)



Resolvendo:

1

$$p_A = p_{ar} + y \times \gamma$$

$$p_B = p_{ar} + 0{,}1 \times \gamma + y \times \gamma$$

$$p_B - p_A = 0{,}1 \times \gamma$$

$$p_B - p_A = 0{,}1 \times 1000 \times 9{,}8$$

$$p_B - p_A = 980 \frac{N}{m^2}$$

2

$$p_m = \text{pressão efetiva}$$

$$p_m = p_{ar} = 10^4 = 10000\text{Pa}$$

$$p_{ar_{abs}} = p_{ar} + p_{atm} = 10000 + 100000$$

$$p_{ar_{abs}} = 110000\text{Pa}$$

4

Como p_B é maior que p_A, $z_A = z_B$ e $v_A = v_B$, podemos afirmar que HB>HA, portanto como é um trecho sem máquina o escoamento é de B para A.


Conhecendo a perda de carga em um trecho sem máquina, podemos recorrer ao diagrama de Rouse para estimar a vazão e para isto devemos conhecer Reynolds raiz de f e a rugosidade relativa (D_H/K).

$$Re\sqrt{f} = \frac{D_H}{\nu} \times \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g}{L}}$$

$$\frac{D_H}{K}$$

Podemos determinar a perda de carga, no caso distribuída, aplicando a equação da energia de B a A, temos:

$$H_{p_{B-A}} = h_{f_{B-A}} = \frac{980}{9,8 \times 1000} = 0,1m$$

E aí podemos obter a Q pelo diagrama de Rouse desde que tenhamos o comprimento L; a rugosidade equivalente K; o diâmetro hidráulico DH e a viscosidade cinemática.


No diagrama de Rouse marcamos na abcissa o valor de Reynolds raiz de f e subimos uma vertical, aí marcamos a rugosidade equivalente (D_H/K) e a consideramos até cruzar com a vertical de Reynolds raiz de f de onde puxamos uma horizontal e lemos o valor de f.
Vejam no próximo slide a leitura do f.

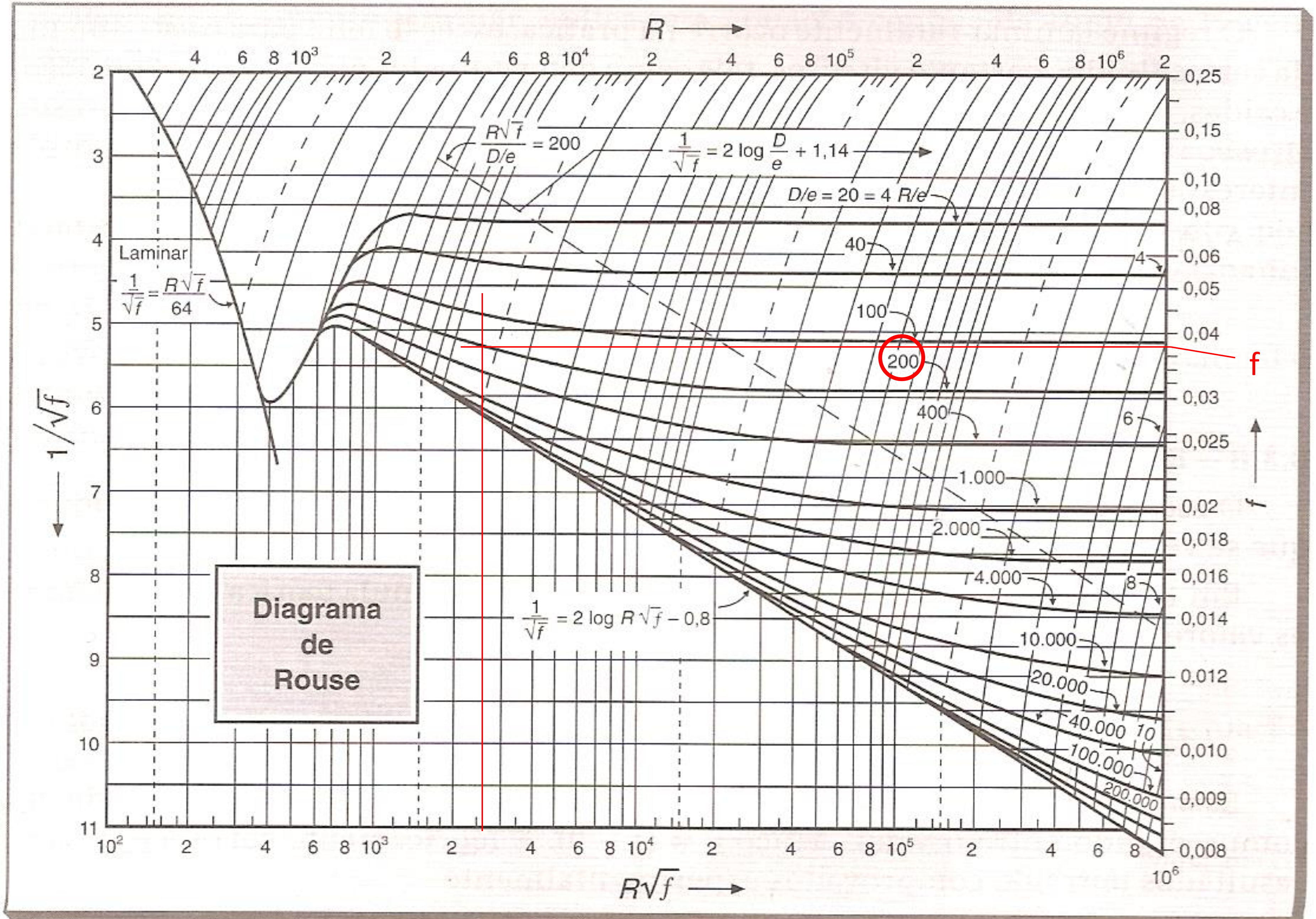


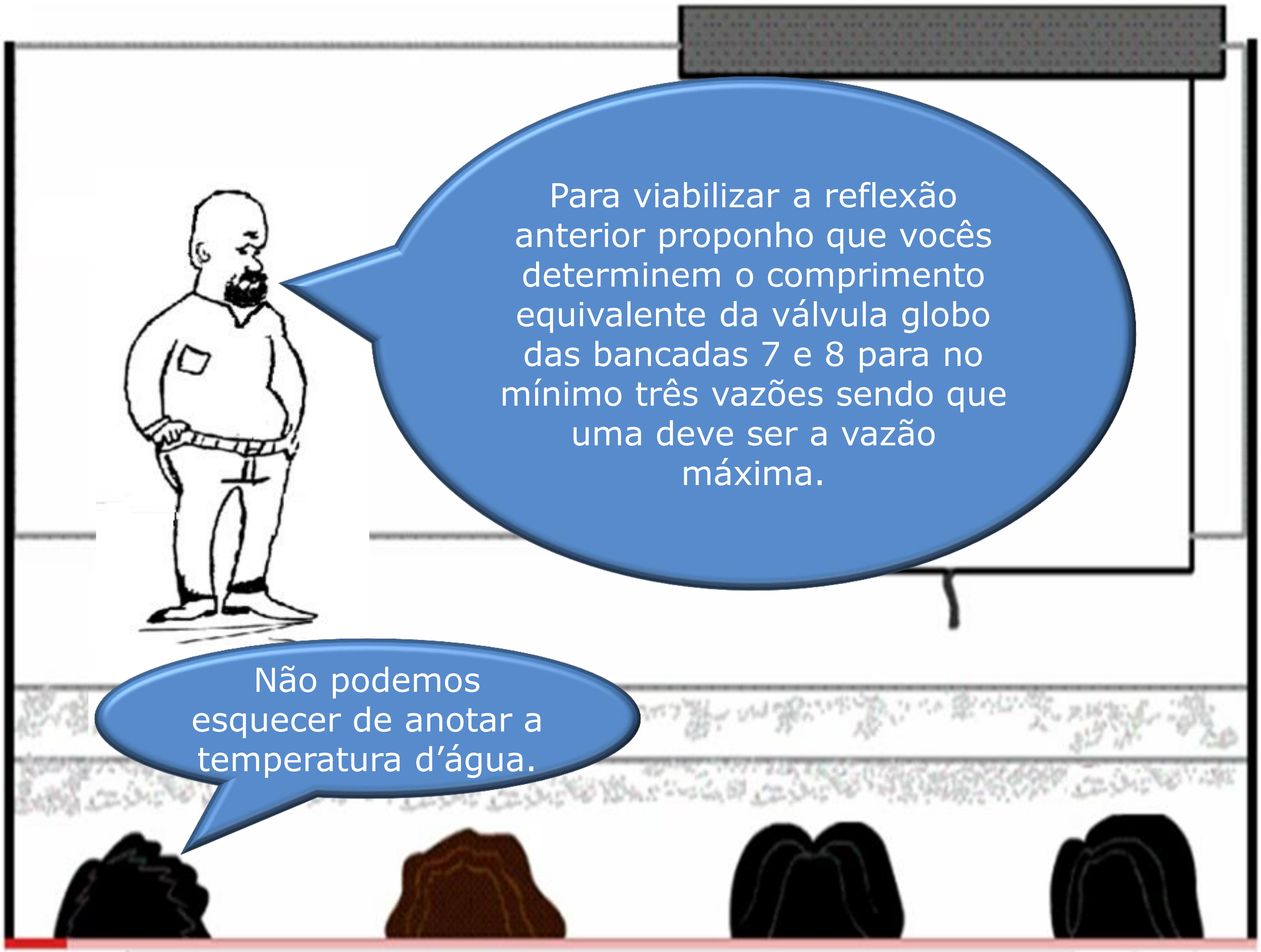
Figura 8.8 - *Diagrama de Rouse*

$$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$$

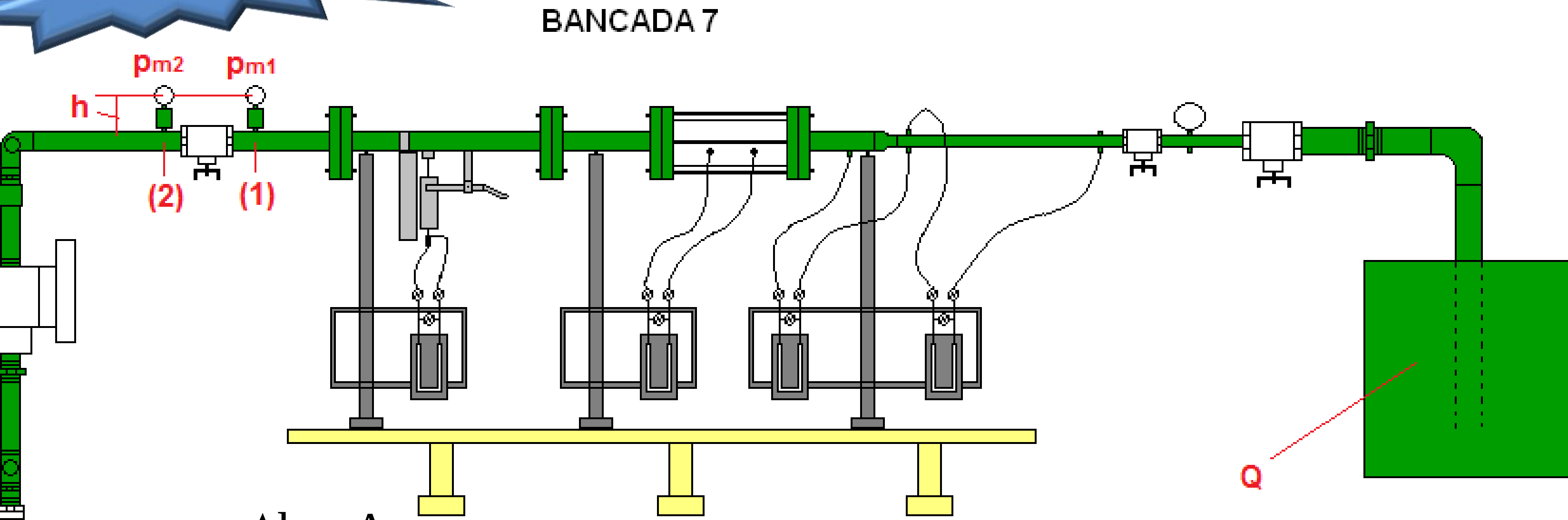
$$v = \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g}{f \times L}}$$

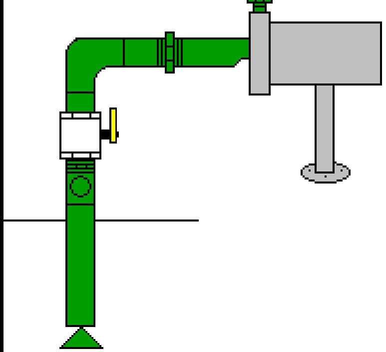
$$Q = v \times A = \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g}{f \times L}} \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$


Vamos agora procurar refletir o porque da perda ter aumentado com a diminuição da vazão na tubulação após a bomba.


Para viabilizar a reflexão anterior proponho que vocês determinem o comprimento equivalente da válvula globo das bancadas 7 e 8 para no mínimo três vazões sendo que uma deve ser a vazão máxima.
Não podemos esquecer de anotar a temperatura d’água.

Exemplo:





$$Q = \frac{\Delta h \times A_t}{t}$$

$$h_s = \frac{p_{m_1} - p_{m_2}}{\gamma} = k_s \times \frac{v^2}{2g}$$

$$k_s = \frac{(p_{m_1} - p_{m_2}) \times 2g}{\gamma \times v^2}$$

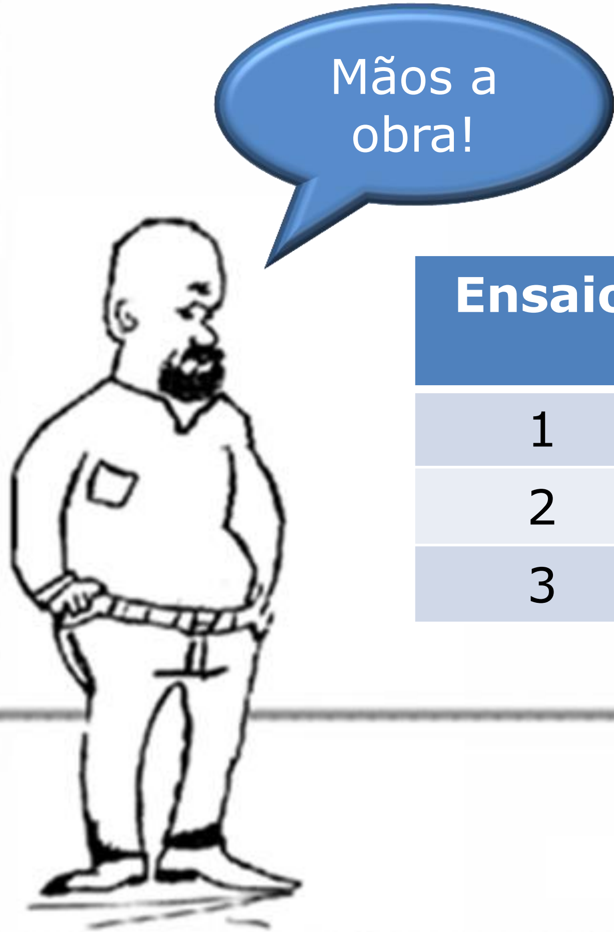
f $\rightarrow$ determinado na página www.escoladavida.eng.br

$$Leq = \frac{K_s \times D_H}{f}$$

Dados:

$K_{aço}$ = 4,6 e-5 m

D_N = 1,5 " aço 40



Ensaio	Δh (mm)	t(s)	P_{m2} (_____)	P_{m1} (_____)
1				
2				
3