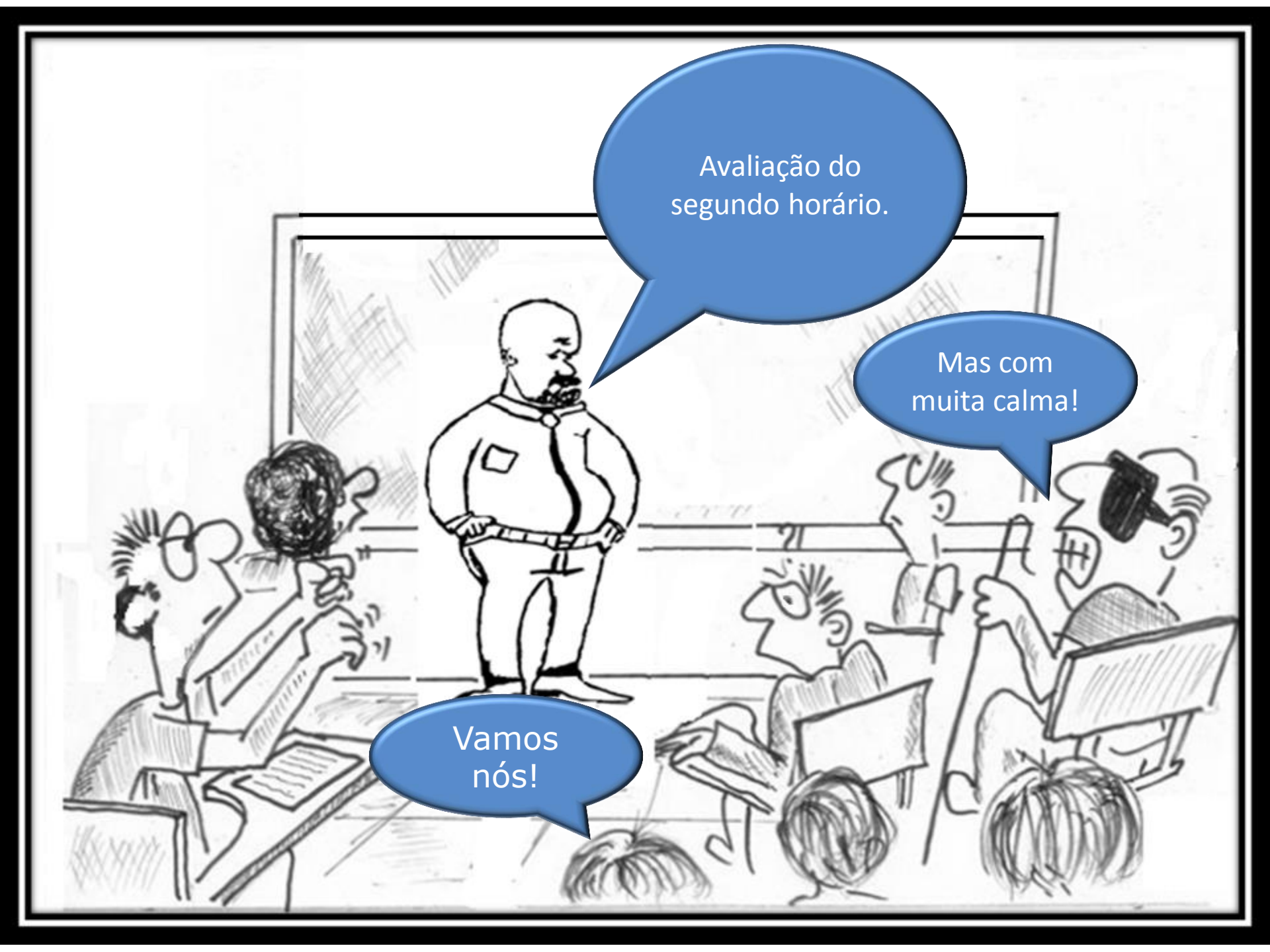


# Complementação da primeira avaliação do curso

02/05/2013



Segundo  
horário

A black and white cartoon illustration of a classroom. A teacher with a beard and a white shirt stands at the front, looking towards the students. Several students are seated at desks, some holding papers or books. The scene is framed by a simple black border. Three blue speech bubbles are overlaid on the image, containing Portuguese text.

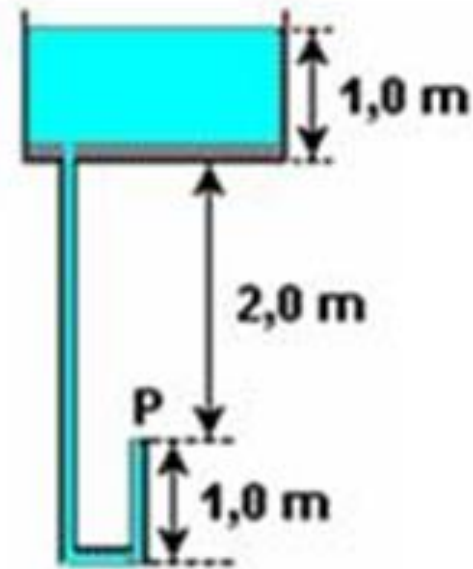
Avaliação do segundo horário.

Mas com muita calma!

Vamos nós!

**1ª Questão:** A instalação de uma torneira num edifício em São José dos Campos que tem uma latitude de  $23,1^\circ$  e altitude de  $598,3$  m segue o esquema ilustrado na figura a seguir.

- Considerando que a água encontra-se a uma temperatura de  $40^\circ\text{C}$ , pede-se determinar a pressão no ponto P no sistema internacional, considerando o mesmo fechado por um buchão, ou seja, a água encontra-se parada.
- Após instalar a torneira e estando esta aberta, tem-se uma vazão de  $1,2$  L/s. Sabendo que a área na saída da torneira é igual a  $2,3$  cm<sup>2</sup>, determine a perda de carga na instalação que apresenta um escoamento em regime permanente.

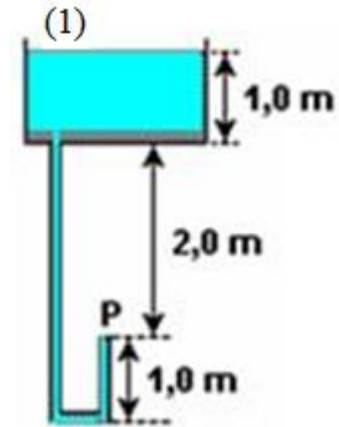


a



Vamos aplicar a equação manométrica de 1 a P

$$p_1 + 4 \times \gamma - 1 \times \gamma = p_P$$
$$0 + 3 \times \gamma = p_P$$



Mas como vou achar o peso específico?

Lembrando das aulas de 28 de fevereiro e 11 de abril, onde estudamos a determinação da massa específica d'água em função da temperatura.

$$\rho = 1000 - 0,0178 \times |t(^{\circ}\text{C}) - 4|^{1,7}$$

$$\gamma = \rho \times g$$



$$\rho = 1000 - 0,0178 \times |40 - 4|^{1,7}$$

$$\rho \cong 992,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \therefore \gamma \cong 992,1 \times g$$

E a aceleração da gravidade qual o valor que uso?



Novamente lembrando da aula de 28 de fevereiro

$$g = 980,616 - 2,5928 \times \cos 2\varphi + 0,0069 \times (\cos 2\varphi)^2 - 0,3086 \times z$$

$z \rightarrow$  em Km



$$g = 980,616 - 2,5928 \times \cos(2 \times 23,1) + 0,0069 \times (\cos(2 \times 23,1))^2 - 0,3086 \times 0,5983$$

$$g \cong 978,64 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \approx 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_P = 3 \times 992,1 \times 9,8$$

$$p_P \cong 29167,74 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ (ou Pa)}$$



Este item a  
não foi tão  
difícil!



b



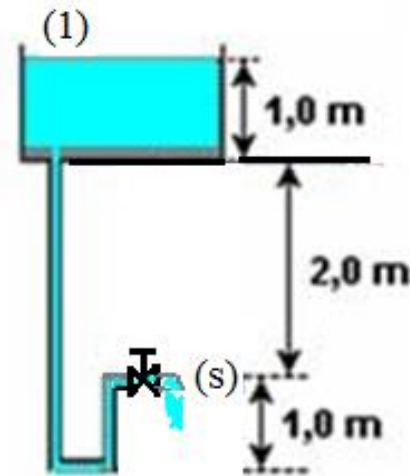
É só aplicar a equação da energia de 1 a saída da torneira

$$H_i + H_{\text{maq}} = H_f + H_{p_i-f}$$

Adotando PHR no eixo do tubo que encontra-se no chão e como não tem máquina, resulta:

$$H_1 + 0 = H_P + H_{p1-S}$$

$$4 = 1 + 0 + \frac{v_S^2}{19,6} + H_{p1-S}$$



$$Q = v_S \times A_s$$

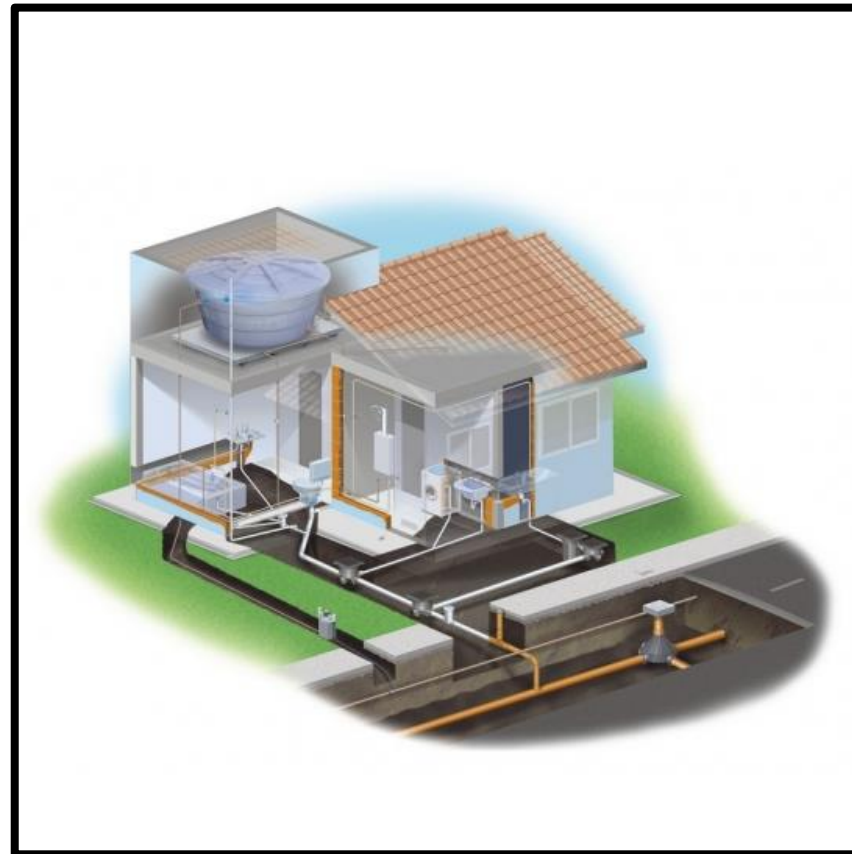
$$\therefore v_S = \frac{1,2 \times 10^{-3}}{2,3 \times 10^{-4}} \cong 5,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$4 = 1 + \frac{5,22^2}{19,6} + H_{p1-S}$$

$$H_{p1-S} \cong 1,61\text{m}$$

**2ª Questão:** Uma caixa d'água de 10000 litros precisa ser enchida num tempo de 4 horas. A tubulação é de PVC soldável e tem um diâmetro interno de 21,6 mm e uma área de seção livre igual a 3,67 cm<sup>2</sup>. Considerando que a água encontra-se a 28°C, pede-se:

- a vazão de escoamento;
- a vazão em massa do escoamento;
- a velocidade média do escoamento;
- o tipo de escoamento observado no tubo (laminar, transição ou turbulento).



a)

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{10000}{4} = 2500 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

b)

$$Q_m = \rho \times Q$$

$$\rho = 1000 - 0,0178 \times |28 - 4|^{1,7}$$

$$\rho \cong 996,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_m = 996,1 \times \frac{2500}{1000 \times 3600} \cong 0,692 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$



c)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2500}{\frac{1000 \times 3600}{3,67 \times 10^{-4}}}$$

$$\therefore v \cong 1,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

d)

$$\text{Re} = \frac{\rho \times v \times D_H}{\mu} = \frac{996,1 \times 1,89 \times 0,0216}{\mu}$$

Mas como achar a viscosidade ( $\mu$ )?



Recorremos a equação estudada na aula de 11 de abril



$$\ln \frac{\mu}{\mu_0} = -1,704 - 5,306 \times z + 7,003 \times z^2$$

$$\mu_0 = 1,788 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}}; z = \frac{273}{273 + t(^{\circ}\text{C})}$$

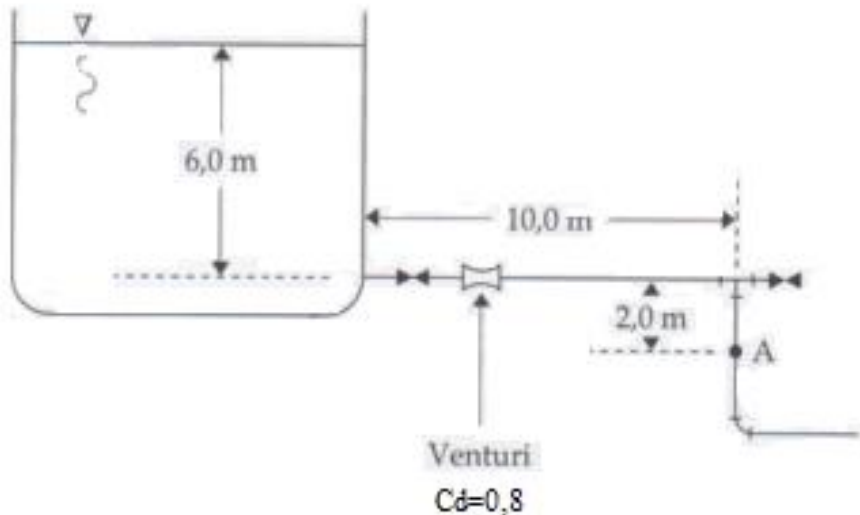
$$z = \frac{273}{273 + 28} \cong 0,907; \ln \frac{\mu}{1,788 \times 10^{-3}} = -1,704 - 5,306 \times 0,907 + 7,003 \times 0,907^2$$

$$\mu \cong 8,40 \times 10^{-4} \text{ Pa} \times \text{s} \therefore \text{Re} = \frac{996,1 \times 1,89 \times 21,6 \times 10^{-3}}{8,40 \times 10^{-4}} \cong 48410,5 \therefore \text{turbulento}$$

**3ª Questão:** Considere a instalação representada a seguir por onde escoar água a 4°C ( $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ ) com uma vazão real de 30 L/s. Sabendo que o escoamento é do reservatório para o ponto A e que o tubo tem um diâmetro interno de 10 cm, determine a pressão no ponto A.

**Dado:**

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; H_{p0-A} = 4,2\text{m}$$



É só aplicar a equação da energia do nível a A

$$H_i + H_{maq} = H_f + H_{p_i-f}$$



Adotando PHR em A e como não tem máquina, temos:

$$H_0 + 0 = H_A + H_{p0-A}$$

$$8 = \frac{p_A}{1000 \times 9,8} + \frac{v_A^2}{19,6} + 4,2$$

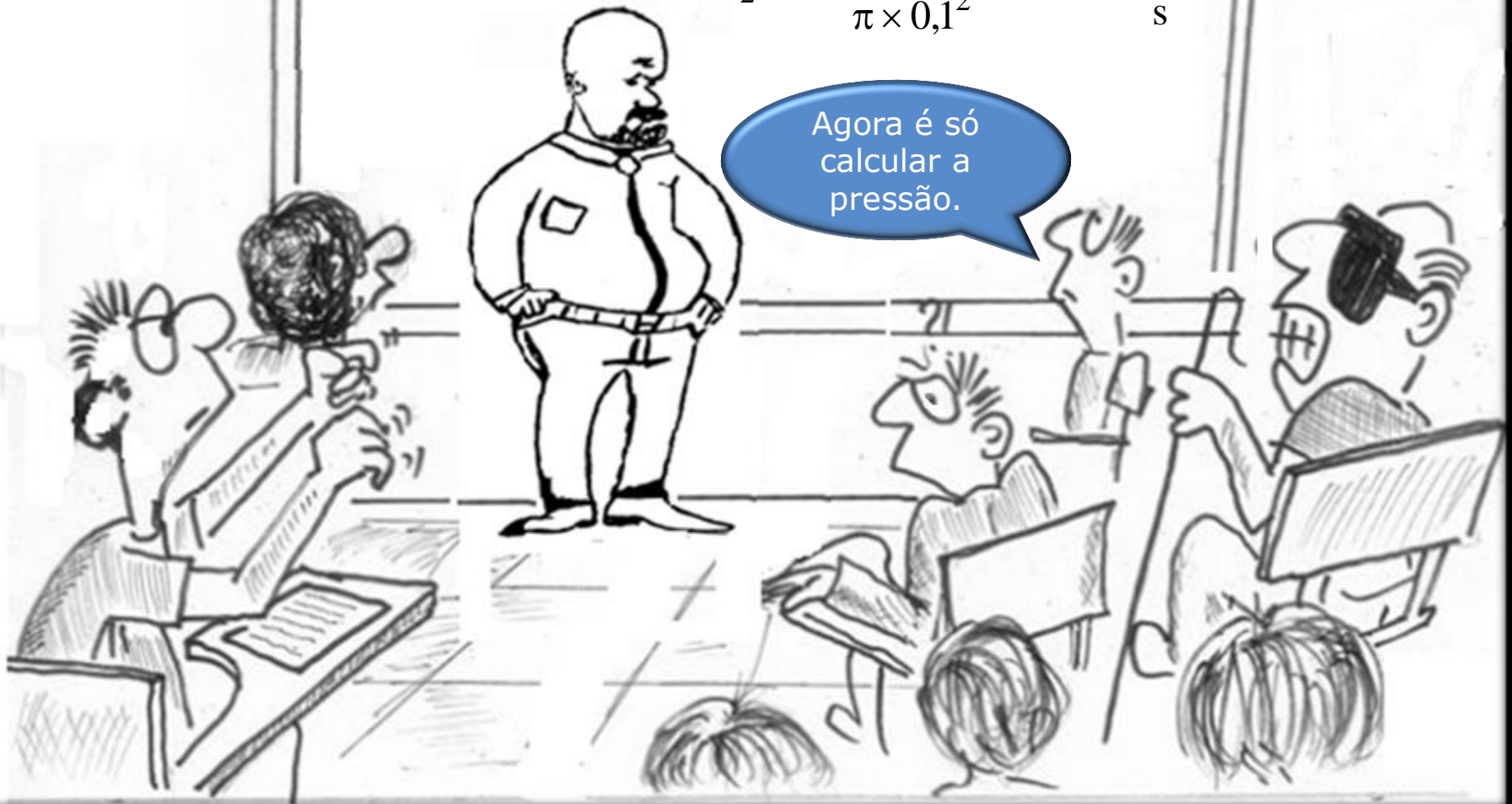


Para achar  $p_A$  precisamos achar  $v_A$

$$v_2 = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

$$v_2 = \frac{4 \times 30 \times 10^{-3}}{\pi \times 0,1^2} \cong 3,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Agora é só  
calcular a  
pressão.



$$8 = \frac{p_A}{9800} + \frac{3,82^2}{19,6} + 4,2$$

$$p_2 = 9800 \times \left( 8 - 4,2 - \frac{3,82^2}{19,6} \right)$$

$$p_2 \cong 29943,8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Pressão esta  
na escala  
efetiva!



**4ª Questão:** Considerando o Venturi da questão anterior calcule a variação de pressão entre a seção de entrada do Venturi e a sua garganta .

$$P_{\text{entrada Venturi}} - P_{\text{garganta}}$$

$$\text{Dado: } \frac{A_{\text{garganta}}}{A_{\text{entrada Venturi}}} = 0,4$$

É só aplicar as equações estudadas nas aulas de 26 de abril



$$C_d = \frac{Q_{\text{real}}}{Q_{\text{teórica}}}$$

$$\frac{v_2^2}{2g} \times \left[ 1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] = \frac{P_1 - P_2}{\gamma}$$

$$v_2 = \frac{Q_{\text{teórica}}}{A_2}$$

Reforço a necessidade do engenheiro e da engenheira saber resolver equações e fazer conta.



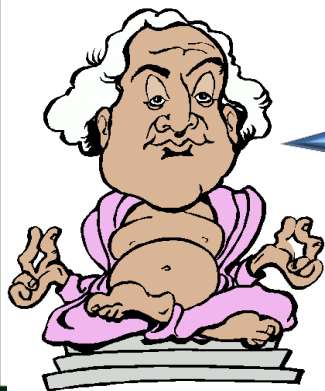
$$Q_{\text{real}} = 30 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow Q_{\text{teórica}} = \frac{30 \times 10^{-3}}{0,8}$$

$$Q_{\text{teórica}} \cong 0,0375 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A_{\text{g arg anta}} = A_2 = 0,4 \times \frac{\pi \times 0,1^2}{4} \therefore v_2 = \frac{4 \times 0,0375}{0,4 \times \pi \times 0,1^2} \approx 11,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

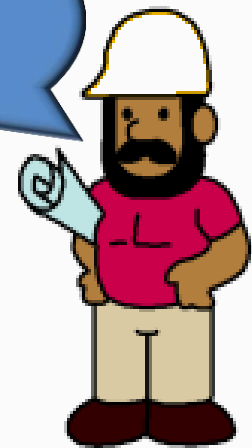
$$\frac{11,94^2}{19,6} \times [1 - 0,4^2] = \frac{P_{\text{entrada Venturi}} - P_{\text{g arg anta}}}{9800}$$

$$P_{\text{entrada Venturi}} - P_{\text{g arg anta}} \cong 59876,7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



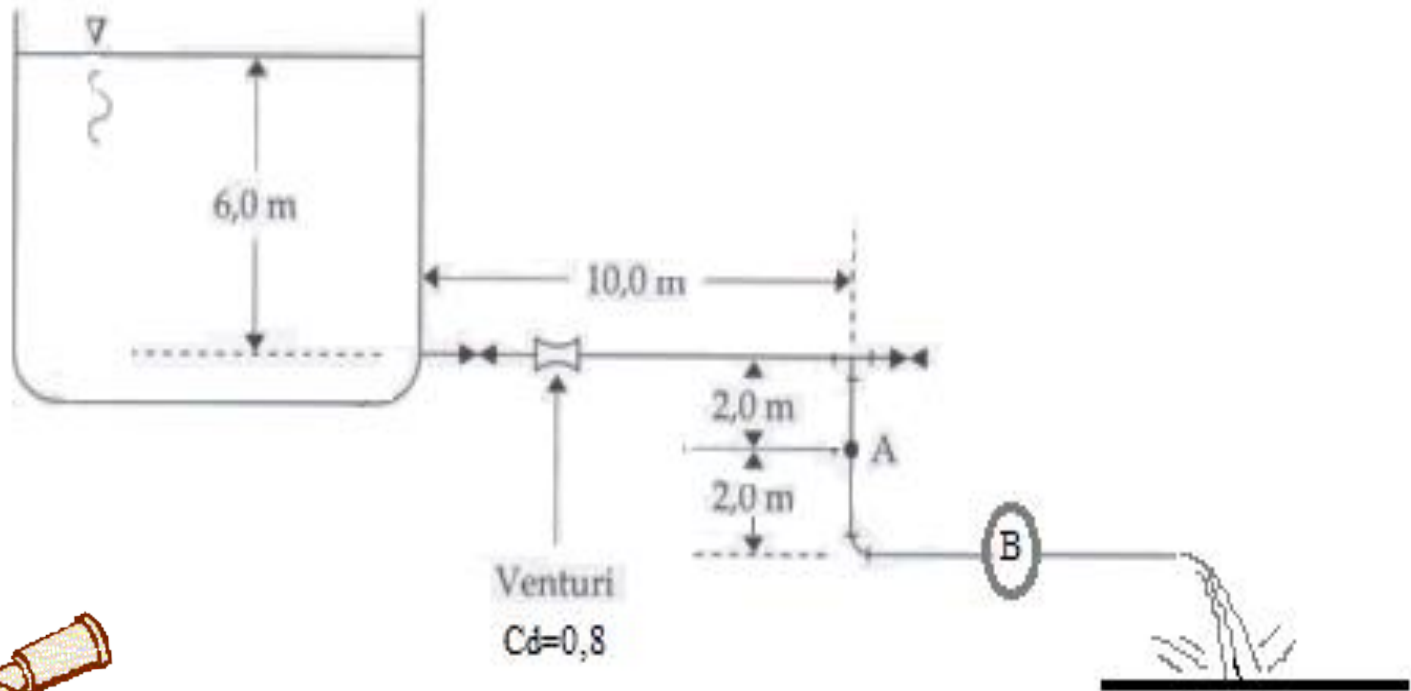
Por isto é fundamental  
se **desejar** ser  
engenheiro!

Dá trabalho  
ser  
engenheiro





5ª Questão: Ao instalar uma bomba na instalação da quarta questão, como mostra a figura a seguir, temos um aumento da vazão para 45 L/s e a perda de carga total passa a ser 14,8 m, calcule a carga manométrica da bomba.



Novamente é só aplicar a equação da energia de i a f



$$H_i + H_{\text{maq}} = H_f + H_{p_{i-f}}$$

$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$$



Preciso também calcular a velocidade média!



$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 45 \times 10^{-3}}{\pi \times 0,1^2}$$

$$v \cong 5,73 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$H_i + H_B = H_f + H_{p\text{ totais}}$$

PHR = eixo da bomba

$$10 + H_B = \frac{5,73^2}{19,6} + 14,8$$

$$H_B \cong 6,5\text{m}$$

E assim  
termina a  
avaliação da  
segunda  
turma!

Ainda bem!

