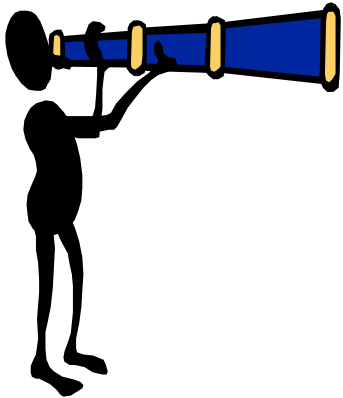




Experiência do tubo de Pitot

03 de Outubro de 2013

para que serve?



Uma visão sobre tubo de Pitot

20/4/2005 - v3



qual equacionamento?

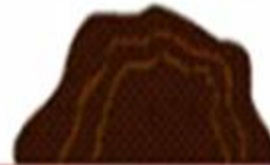
é construído?

como



funciona?

O tubo de Pitot serve
para determinar a
velocidade real de um
escoamento



O instrumento foi apresentado em 1732
por Henry de Pitot:



“A idéia deste instrumento era tão simples e natural que no momento que eu o concebi, corri imediatamente a um rio para fazer o primeiro experimento com um tubo de vidro”.
(Benedict, 1984).

Tubo de Pitot
representado abaixo
é um tubo aberto dirigido
contra a corrente do fluido
que indica a pressão total.



O exemplo ao
lado é
utilizado em
aviões.



Esquematicamente, temos:

Existem
outros tipos?

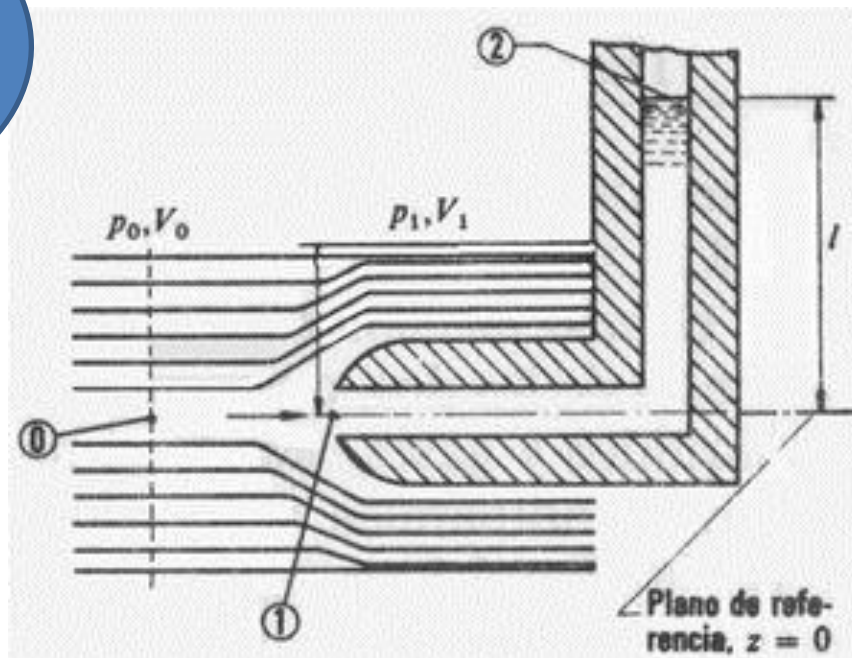
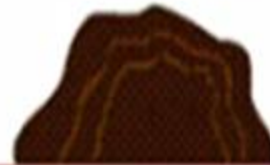


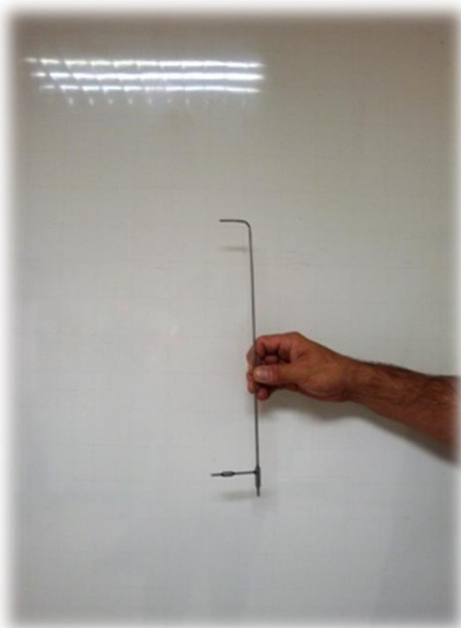
Imagem extraída do sítio:

http://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_Pitot

Existem, vejam o
próximo slide



O Mauricio mostra o Pitot
usado nas bancadas do
laboratório de mecânica dos
fluidos do Centro
Universitário da FEI



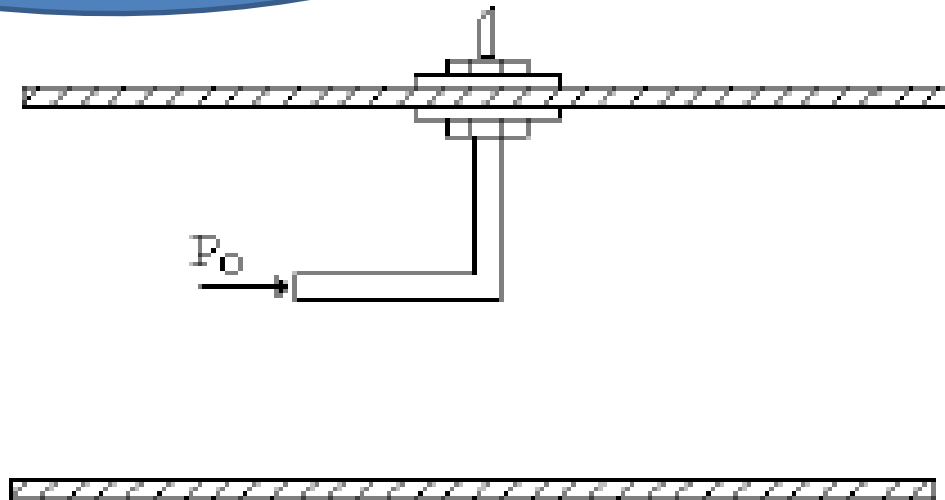
Já o Valdir mostra o tubo
de Pitot geralmente
usado pelos companhia
de saneamento, como
por exemplo a SABESP.



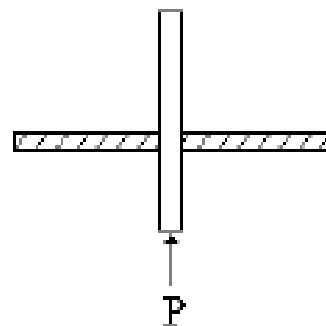
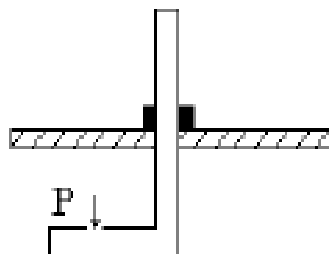
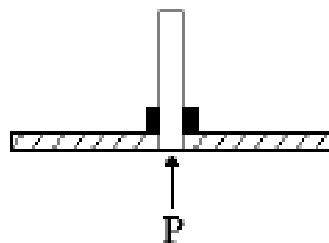
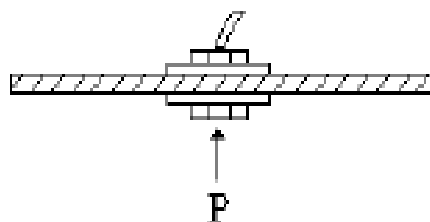
Para compreender o funcionamento
dos aparelhos anteriores é
fundamental ter os conceitos de
pressão total, pressão estática e
pressão dinâmica



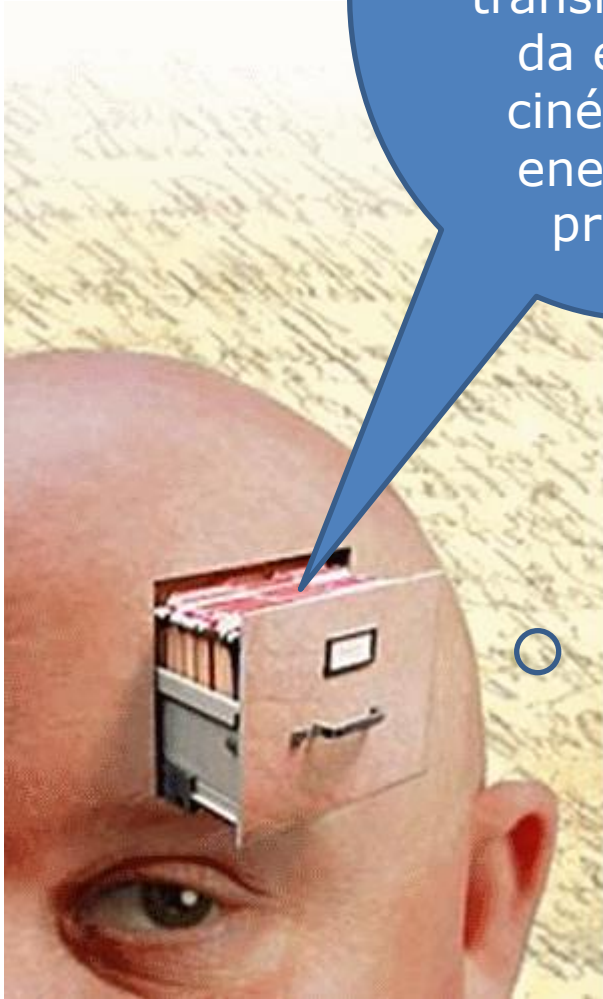
Pressão total =
pressão estática +
pressão dinâmica



Pressão estática =
aquela que é obtida
perpendicularmente
ao escoamento.



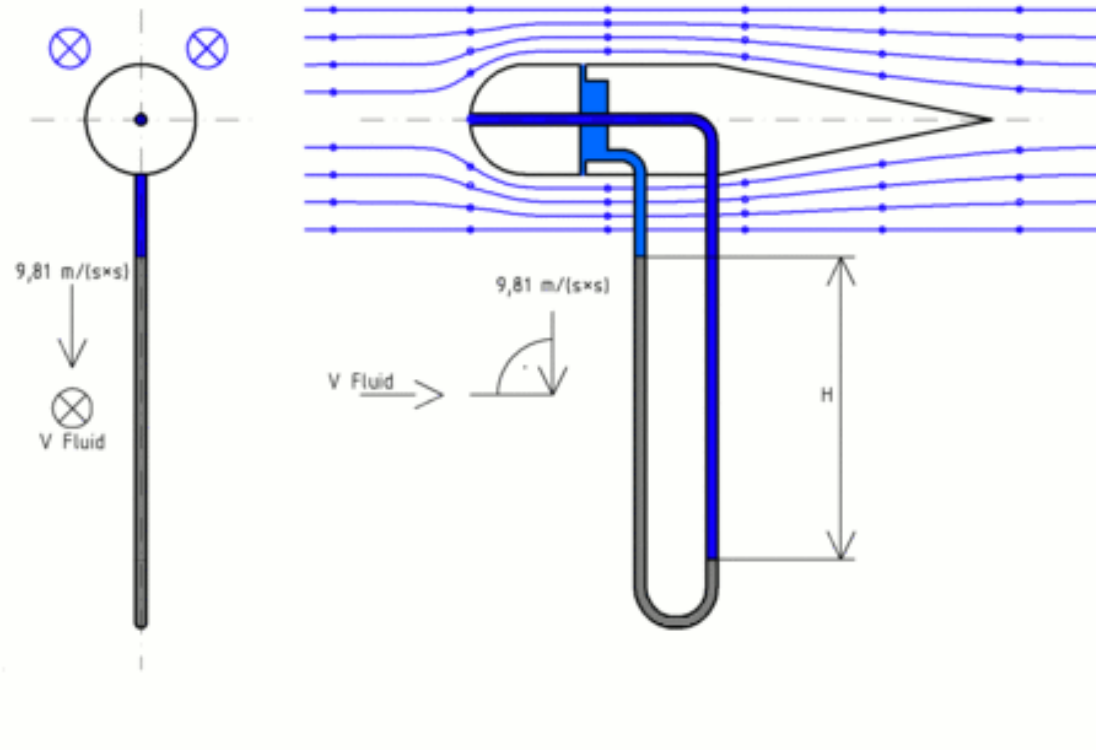
Pressão
dinâmica é
determinada
com a
transformação
da energia
cinética em
energia de
pressão



Tubo de Prandtl

Consta de um tubo de Pitot unido a outro que o envolve, e possui uma aberturas que permitem medir a pressão estática. Vêm acoplados na extremidade de um manômetro que indica a diferença entre ambos; ou seja a pressão dinâmica.

Tubo de Prandtl





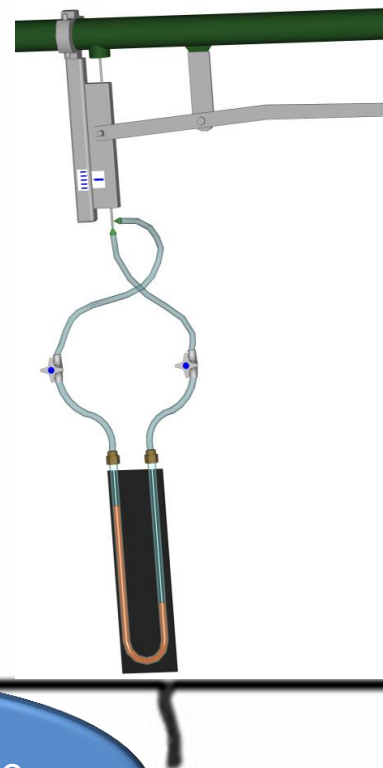
Instalação do tubo de Pitot na bancada do laboratório, onde o manômetro diferencial em forma de U permite a determinação da pressão dinâmica, isto porque em um de seus ramos atua a pressão total e no outro a pressão estática



Hoje o fluido
manométrico é a
Isoparafina 13/15 +
bromofórmio + corante



E qual a densidade
deste fluido?



Determinado no CLM no dia 27/09/2012 no
densímetro digital marca: ANTON PAAR MOD:
DMA4500

	Isoparafina 13/15 + bromofórmio + corante
Temperatura (°C)	ρ (kg/m ³)
15	2890,98
20	2877,83
25	2864,75





27 4 2005

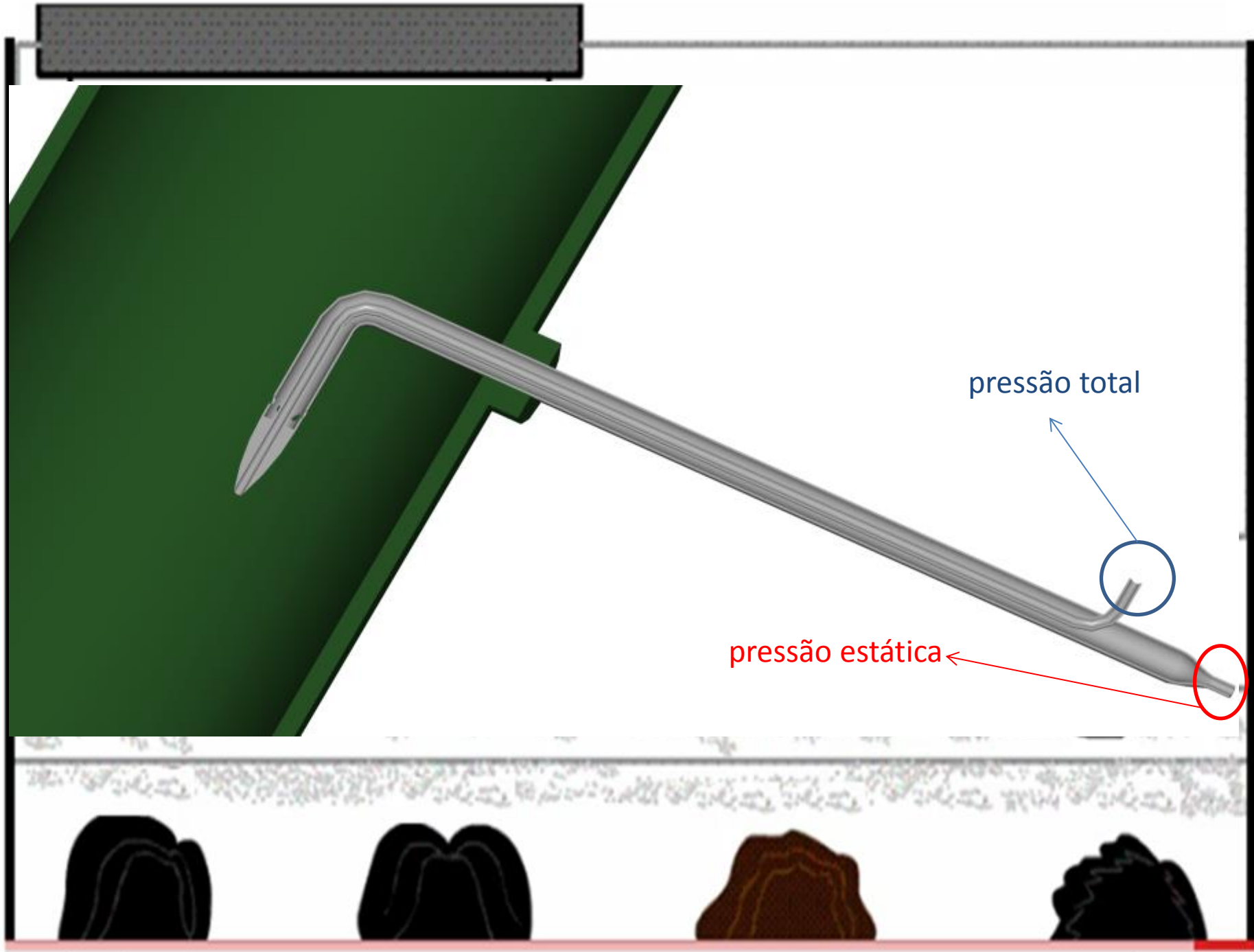
leituras pressão
total e estática

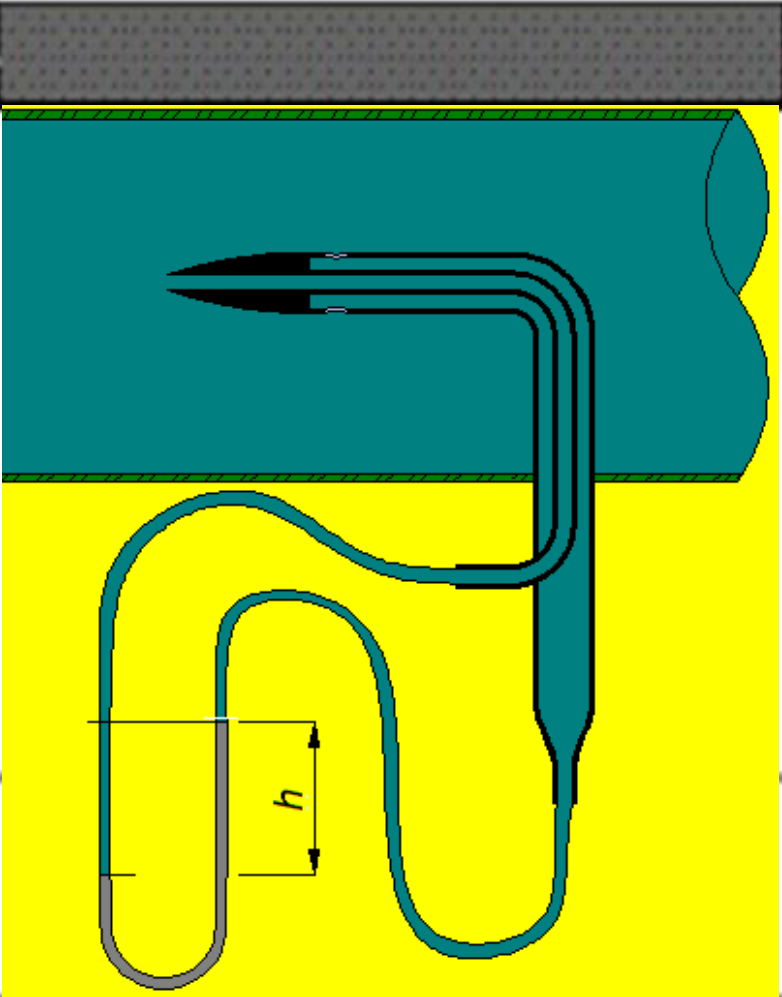
pressão estática

Como êle é
internamente.



ponto de estagnação



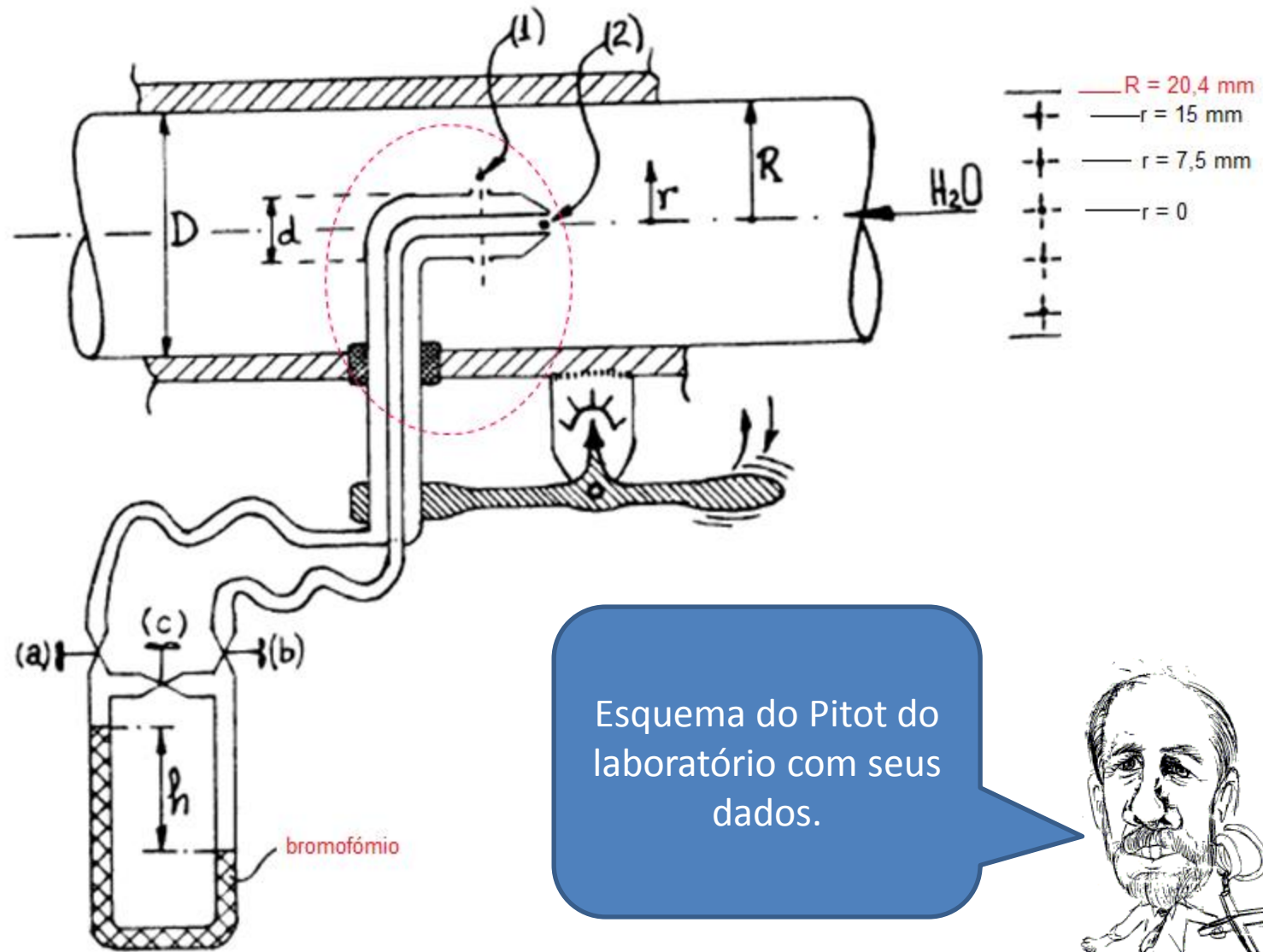


Observem a pressão total e estática no desenho ao lado, o desnível representa a pressão dinâmica.

The diagram shows a cross-section of a fluid flow. At the top, a grey horizontal bar represents the upper boundary. Below it, a teal-colored region represents the fluid. A black probe is inserted into the fluid, with its tip pointing left. The probe has several ports: a central port facing the flow (Pitot port) and four side ports (static ports) located further back. The probe is connected to a yellow U-shaped manometer tube. The fluid level in the left arm of the manometer is higher than in the right arm. A vertical double-headed arrow between the two fluid levels is labeled with the letter h , representing the dynamic pressure head. The bottom of the diagram shows a grey, textured region representing the lower boundary or a collection of particles.

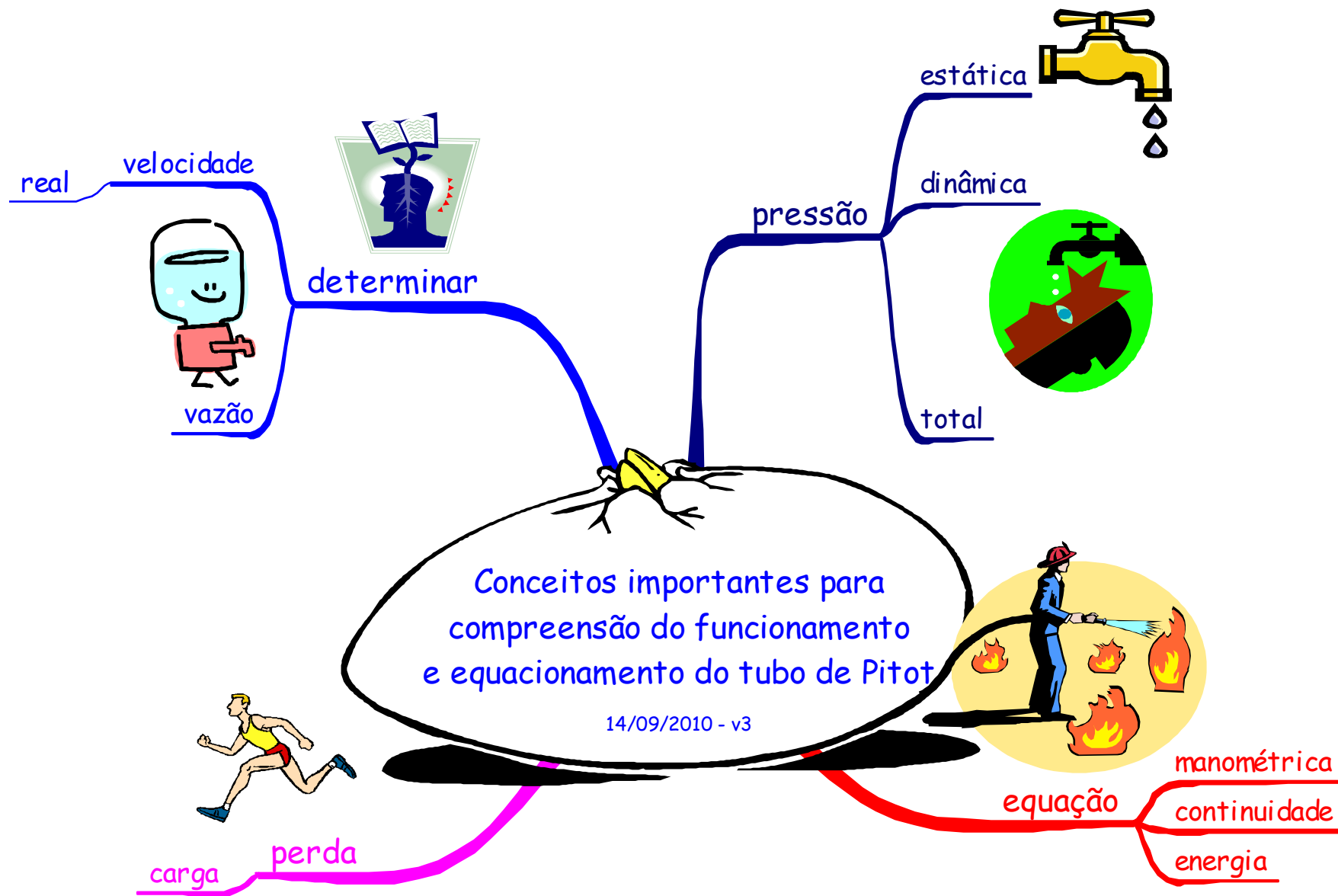
Verdade, já que indica a diferença entre a pressão total e a pressão estática!





Esquema do Pitot do laboratório com seus dados.





Para qualquer Pitot:

como a distância entre as seções (2) e (1) é desprezível, podemos aplicar a equação da energia que se transforma na equação de Bernoulli já que para a situação a perda de carga é desprezível.

Através da equação de Bernoulli é possível a determinação da velocidade real referente ao ponto (1) como mostramos a seguir:

Equação de Bernoulli: $H_2 = H_1$

Portanto:

$$Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

Como $Z_2 = Z_1$ e $v_2 = 0$ e ainda $p_2 - p_1 = p_d$
tem-se:

$$v_1 = \sqrt{2g \times \frac{p_d}{\gamma}}$$

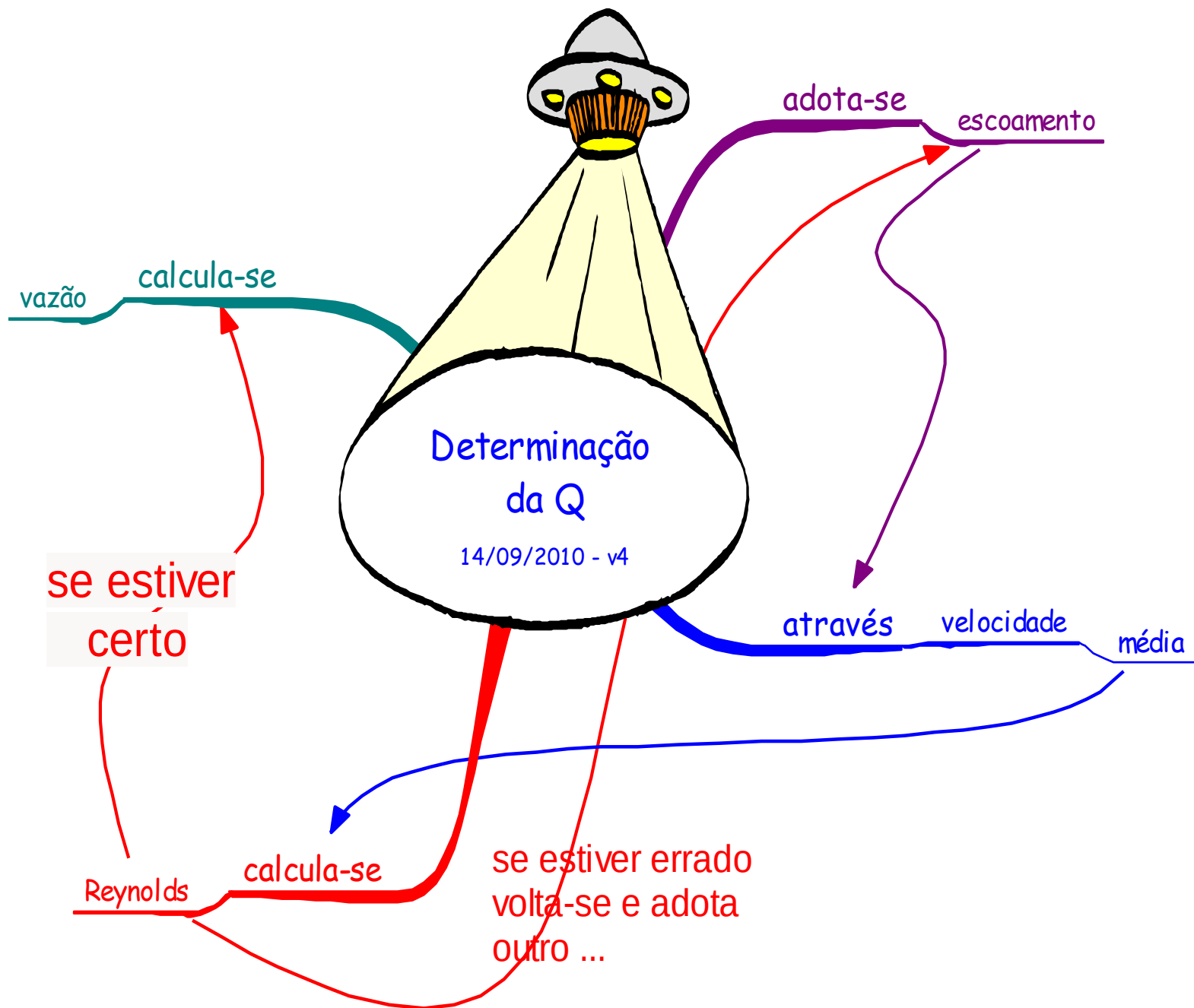
Pela equação manométrica se tem:

$p_2 - p_1 = h \times (\gamma_m - \gamma)$, portanto:

$$v_{\text{real}} = \sqrt{2g \times \frac{(\gamma_m - \gamma)}{\gamma}} \times \sqrt{h}$$

Tendo a velocidade real e estando o tubo de Pitot no eixo da tubulação pode-se determinar a vazão do escoamento





Se o Pitot não estiver no eixo da tubulação

Adota-se o escoamento, por exemplo o turbulento, onde se sabe que:

$$V_{\text{real}} = V_{\text{máx}} \times \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{1/7}$$

Tendo-se a velocidade real calcula-se a velocidade máxima e média:

$$V_{\text{média}} = \frac{49}{60} \times V_{\text{máx}}$$

Com a velocidade média verifica-se o Reynolds.

Se não for turbulento:

Repete-se o procedimento anterior adotando-se o escoamento laminar, onde se tem:

$$v_{\text{real}} = v_{\text{máx}} \times \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

$$v_{\text{média}} = \frac{v_{\text{máx}}}{2}$$

Para este relatório além da determinação da vazão pelo Pitot, que deve ser comparada com a obtida no tanque, peço as representações gráficas das velocidades reais em função do “r”, tanto a experimental como a obtida pela expressão:

$$V_{\text{real}} = V_{\text{máx}} \times \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{1/7} \quad \text{ou} \quad V_{\text{real}} = V_{\text{máx}} \times \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right]$$

Obtenção
da Q pelo
tanque



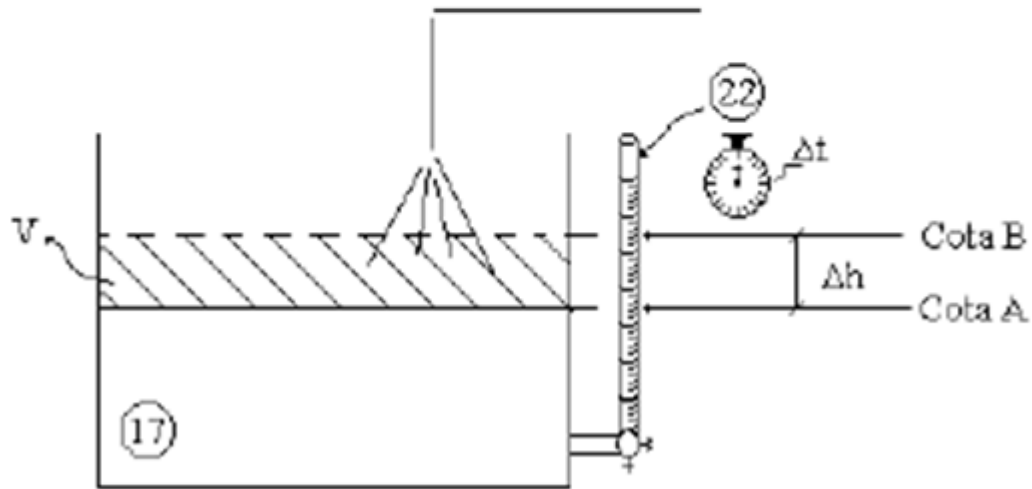
25 8 2004

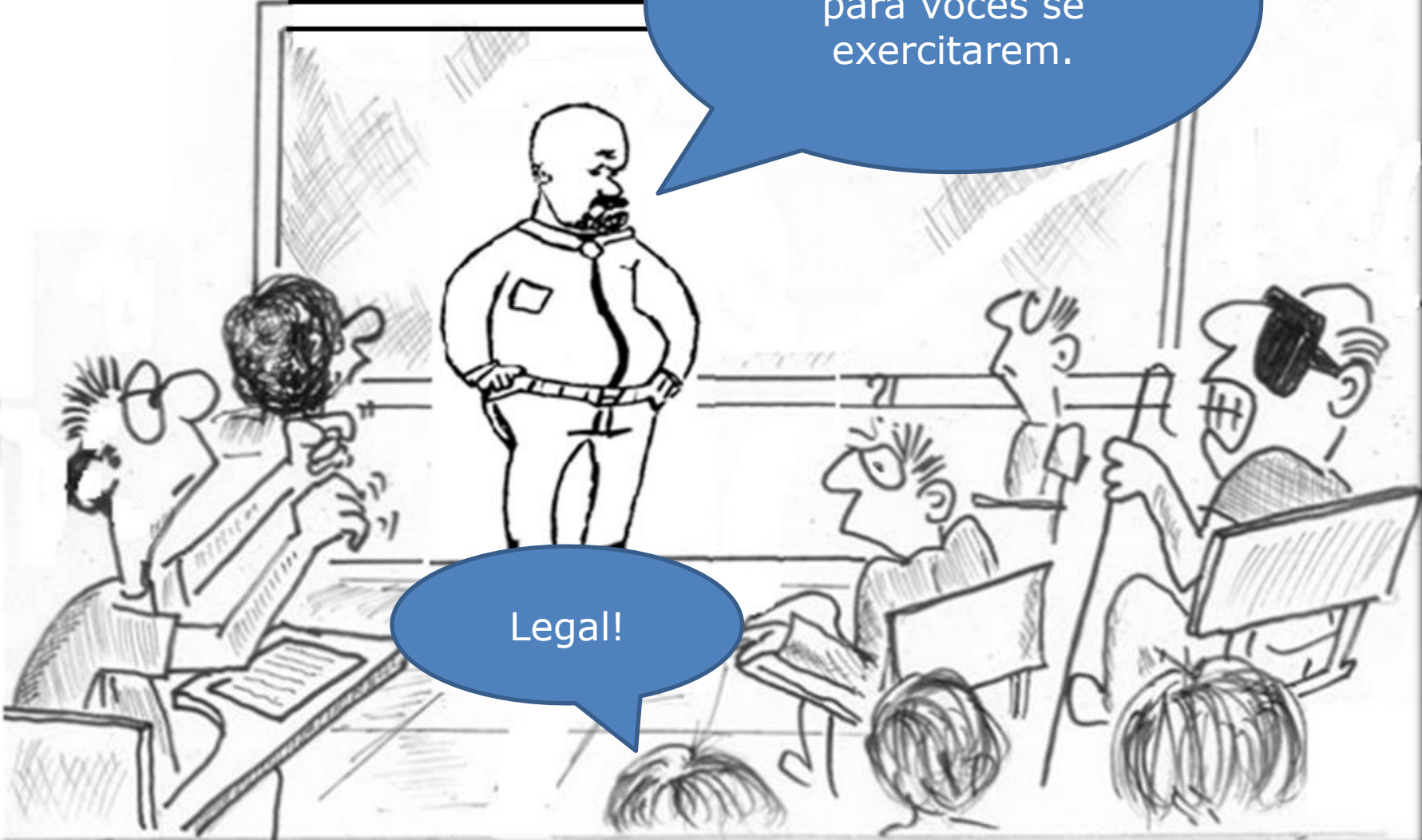


2 6 2004

Determinação da vazão de forma direta

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\text{tempo}} = \frac{V}{t}$$



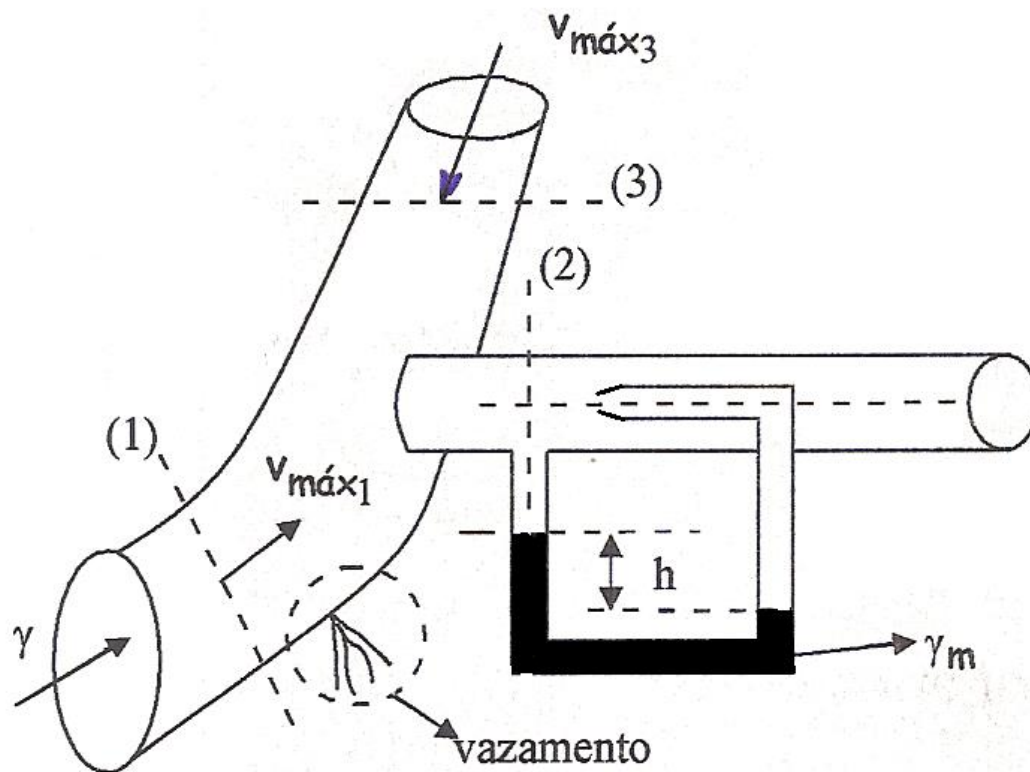
A black and white cartoon illustration of a classroom. A teacher, a bald man with a beard wearing a sweater and tie, stands at the front with his hands on his hips. He is addressing a group of students. On the left, two students are at a desk; one is looking at a book while the other looks towards the teacher. On the right, a student is holding a pointer stick, and another student is looking at a book. In the foreground, the backs of three students' heads are visible. A large blue speech bubble is positioned above the teacher, and a smaller blue speech bubble is positioned below him, near the students on the left.

Alguns exercícios
para vocês se
exercitarem.

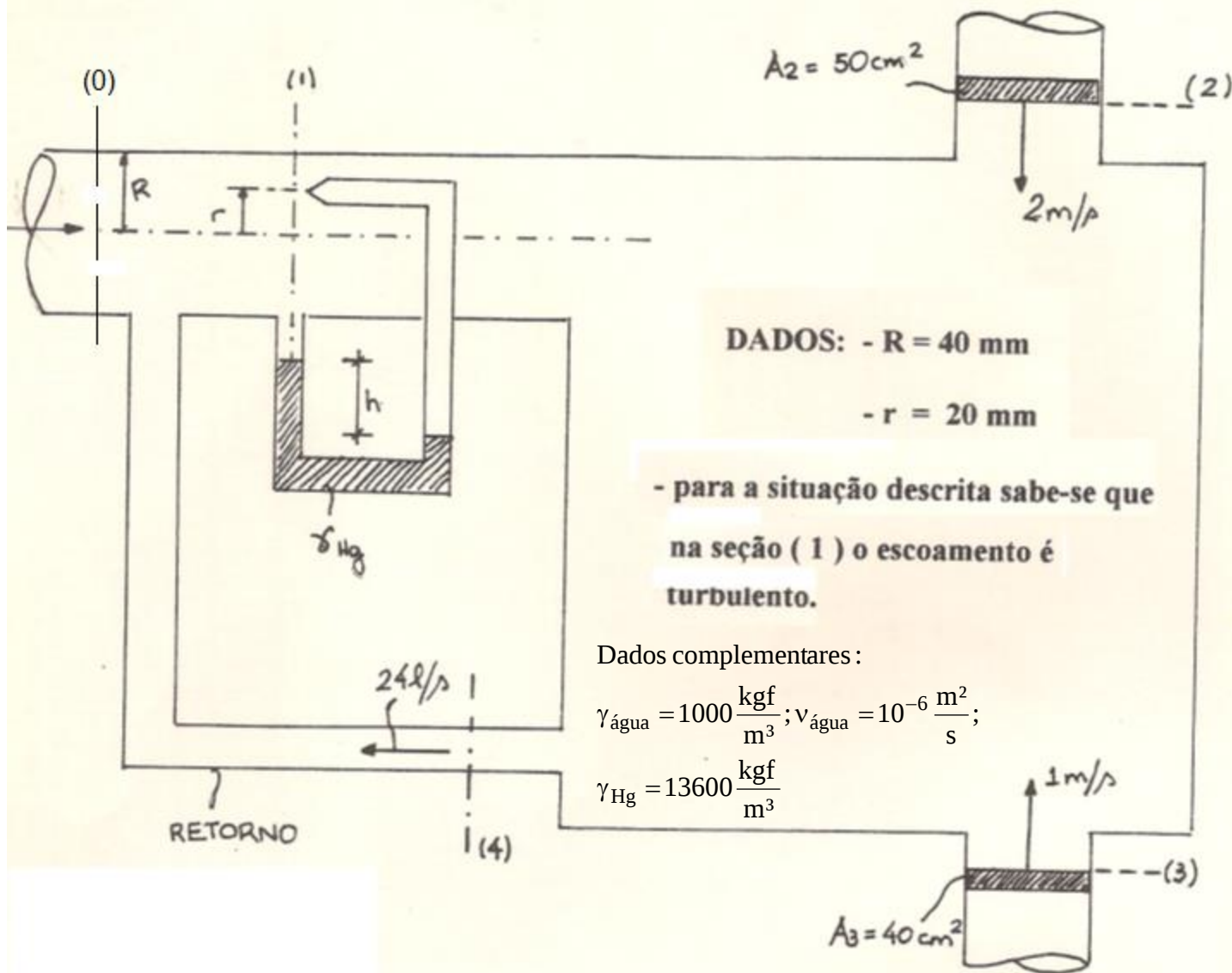
Legal!

1. O engenheiro de manutenção constatou um vazamento em um trecho de uma dada instalação, como é esquematizado a seguir. Sabendo que o escoamento na seção (1) é laminar e que tem em (2) e (3) turbulento, pede-se determinar a vazão do vazamento.

Dados: nas seções (1), (2) e (3) se considera conduto forçado de seção circular, onde se tem $D_1 = 38,1 \text{ mm}$; $D_2 = 15,6 \text{ mm}$; $D_3 = 26,6 \text{ mm}$; $v_{\text{máx}1} = 1 \text{ m/s}$; $v_{\text{máx}3} = 2 \text{ m/s}$; $h = 3,7 \text{ cm}$; $\nu = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$; $\gamma = 8500 \text{ N/m}^3$; $\gamma_m = 136000 \text{ N/m}^3$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

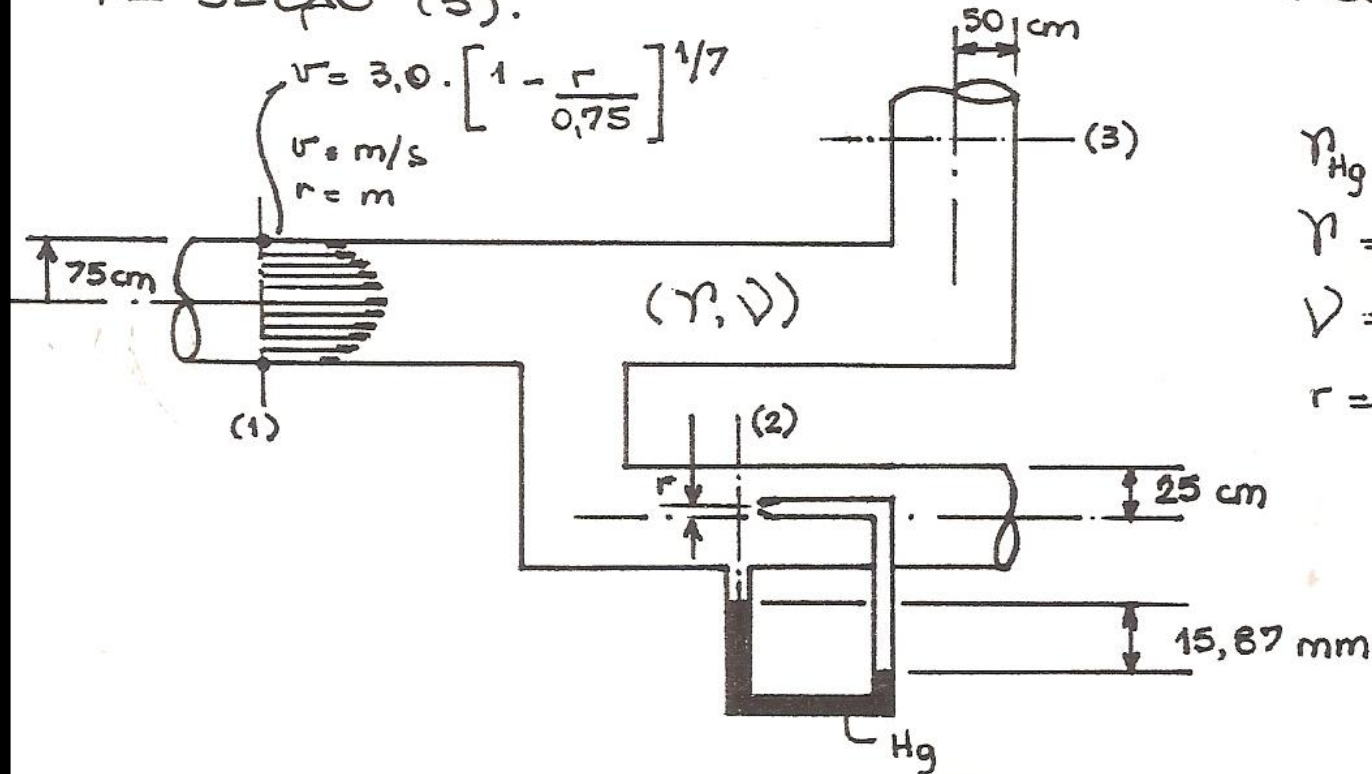


2 Considerando o esquema abaixo pede-se determinar o desnível do fluido manométrico utilizado no manômetro diferencial acoplado ao tubo de Pitot e verificar se o sentido indicado para a seção (0) está correto.



3ª QUESTÃO : O ESQUEMA A SEGUIR REPRESENTA UM TRECHO DE UMA INSTALAÇÃO HIDRÁULICA ONDE (VALOR 2,5) TODAS AS TUBULAÇÕES SÃO FORÇADAS E DE SEÇÃO TRANSVERSAL CIRCULAR. PEDE-SE :

- AS VAZÕES EM VOLUME NAS SEÇÕES (1), (2) E (3);
- A CLASSIFICAÇÃO DO ESCOAMENTO INCOMPRESSÍVEL NA SEÇÃO (3).

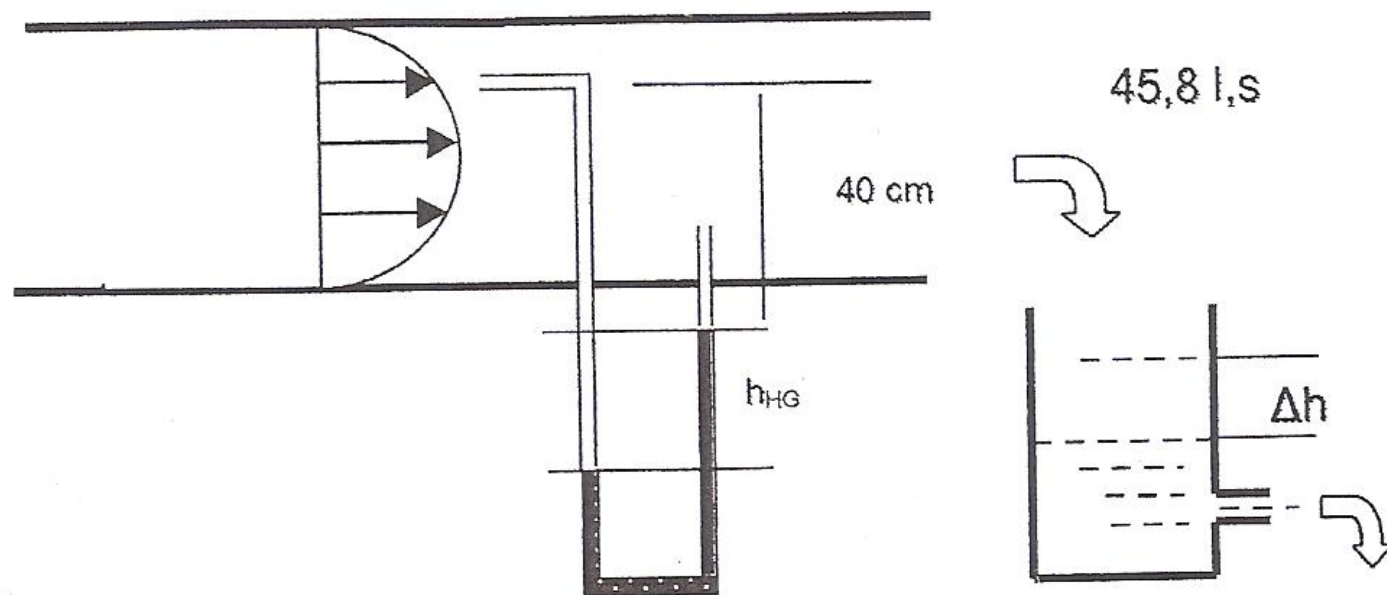


$$\gamma_{Hg} = 13.600 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma = 1.000 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$r = \frac{25}{3} \text{ cm}$$



Quarta questão:

1 - Conhecendo a vazão de água que sai do tubo da figura (45,8 l/s), calcular o tempo necessário para que o nível água dentro do tanque suba 2,8 m. O tanque tem uma base de $2,6 \text{ m}^2$ e contém um tubo de 5 cm de diâmetro, por onde sai a água com a velocidade constante de 6 m/s.

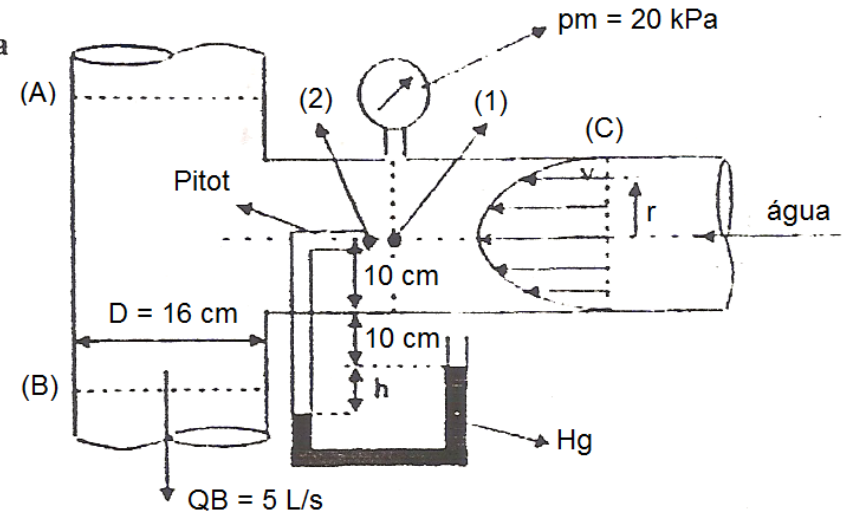
2 - Sabendo que o tubo de Pitot da figura está colocado em um ponto distante 4 cm do eixo do tubo, calcular a velocidade da água neste ponto. Sabe-se que o regime é turbulento e que a vazão é de 45,8 l/s e que o diâmetro deste tubo é 10 cm.

3 - Conhecendo a pressão da água antes do tubo de Pitot $P = 20 \text{ kPa}$, calcular a altura do mercúrio dentro do manômetro.

$$\gamma_{\text{Hg}} = 136.000 \text{ N/m}^3 \quad \gamma_a = 10.000 \text{ N/m}^3$$

(P3-1ºSem.2007 Diurno) No trecho de instalação da figura o fluido que escoá é água ($\gamma=10000\text{N/m}^3$ e $\nu=10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$) e o fluido manométrico é mercúrio ($\gamma=136000\text{N/m}^3$). O diagrama de velocidades na secção (C) é dado por $v=2-100r^2$ (SI). Determinar:

- O desnível h do manômetro; (0,19m)
- A vazão e o sentido do escoamento na seção A. (42,1L/s) para fora
- O tipo de escoamento na seção B (turbulento)



Vou
precisar...



Boa sorte!

