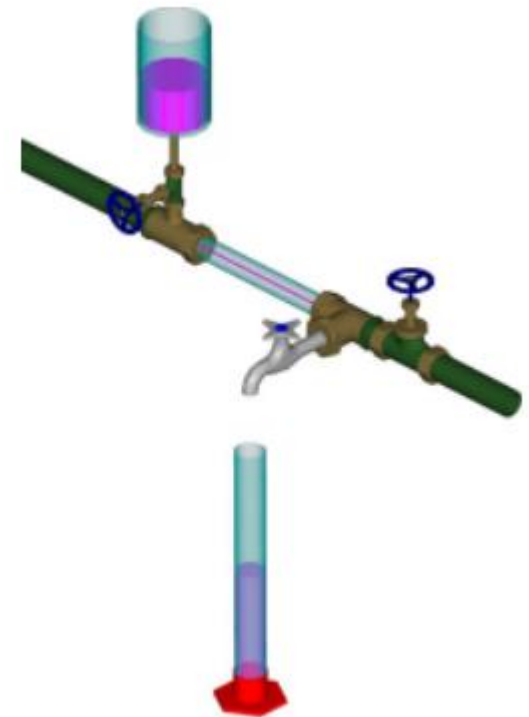


Experiência de  
Reynolds

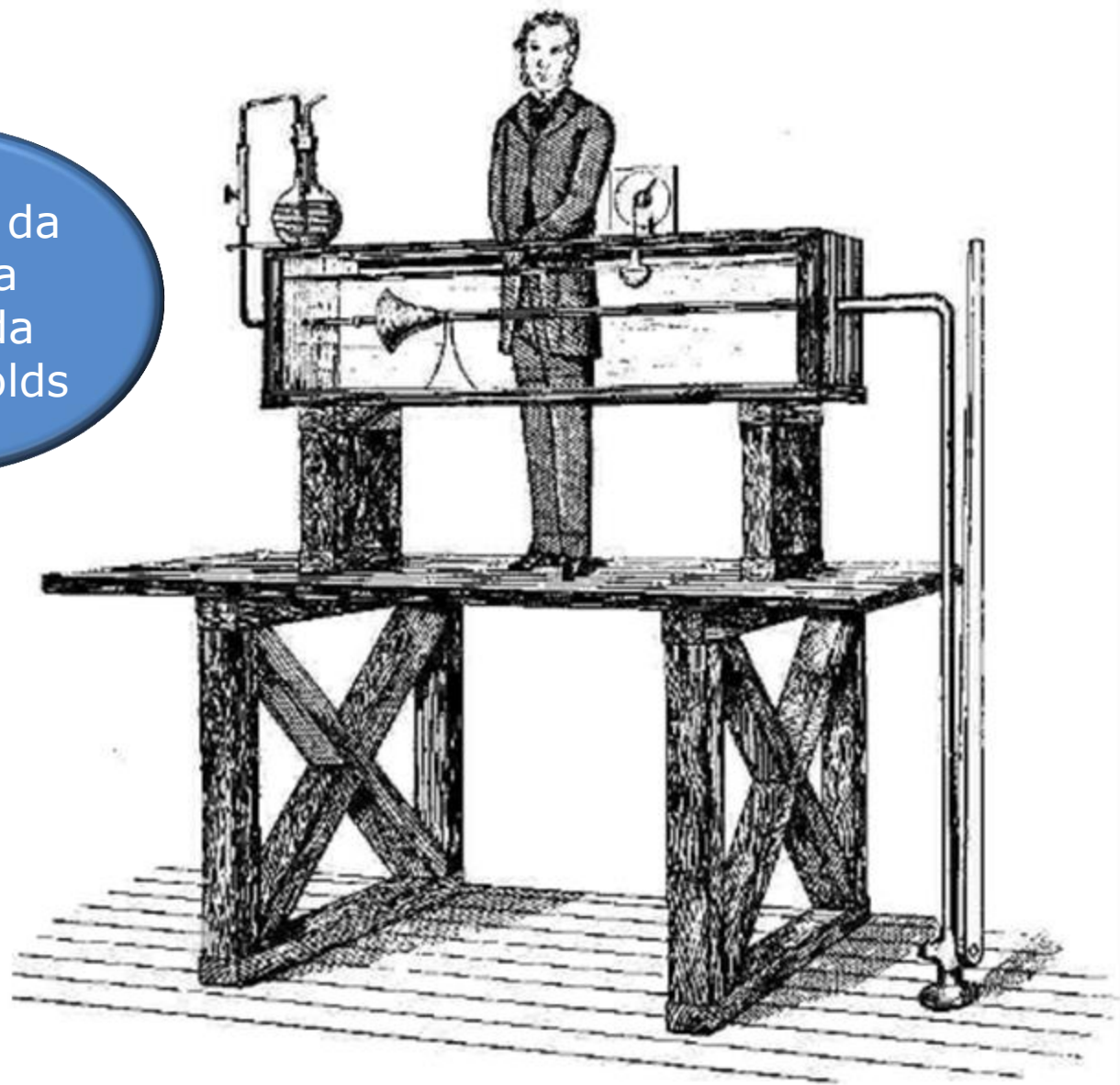




O relatório vale 50% da nota e os exercícios os outros 50%



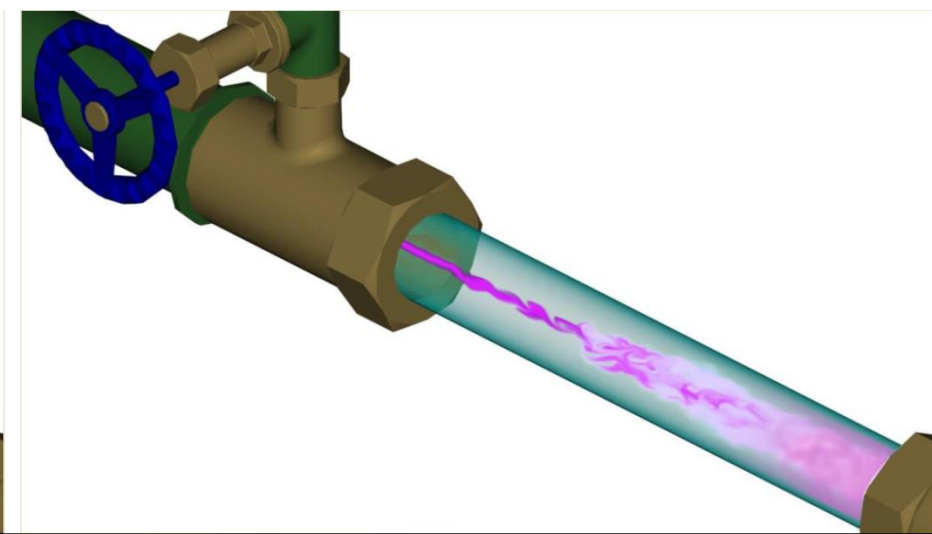
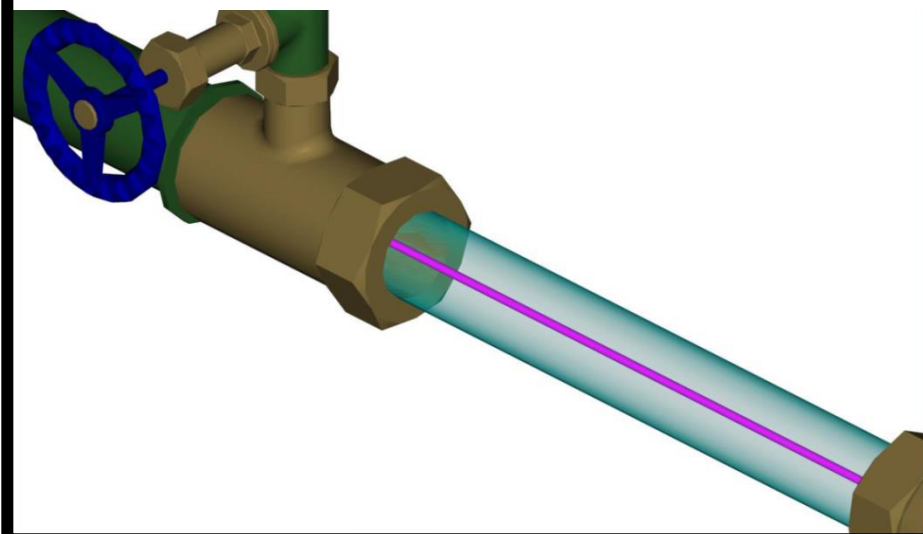
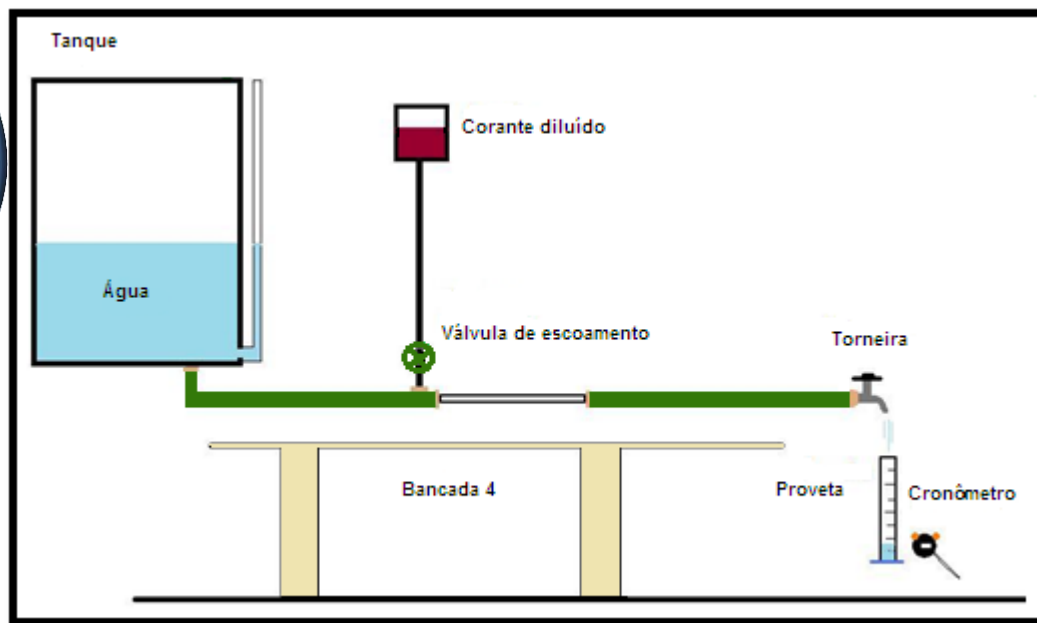
Esquema da bancada idealizada por Reynolds



**Reproduziremos a sua experiência  
em nossas bancadas**



Aonde  
visualizamos  
os  
escoamentos  
laminar e  
turbulento







Além de visualizar o deslocamento transversal de massa, através desta experiência objetivamos:

1. Determinar a vazão de forma direta.
2. Calcular a velocidade média do escoamento.
3. Calcular o número de Reynolds.
4. Recordar a classificação do escoamento através do número de Reynolds.
5. Visualizar um escoamento em regime permanente.

Quanta coisa!





É isso aí o mundo muda e pobres daqueles que continuam a lutar contra as mudanças, vão acabar desaparecendo!

$$Re = \frac{\rho \times v \times D_H}{\mu} = \frac{v \times D_H}{\nu}$$

Determinar a vazão de forma direta = Volume/tempo

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



diâmetro interno é igual a 10 mm.

$$Q = v \times A$$

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

Comprovar que o escoamento é considerado permanente

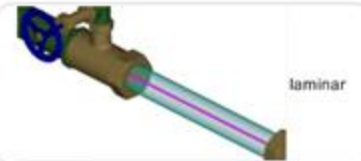
Mostrar que a variação de volume no tanque foi desprezível.



Experiência de Reynolds, 1883

Calcular a velocidade média do escoamento

Visualizar o deslocamento transversal de massa



laminar  
Re < 2000

turbulento  
Re > 4000

Comparar o visualizado com o estabelecido por Reynolds

Através desta experiência, também objetivamos recordar que para tubos forçados de seção circular, temos:

$$\text{la min ar} \rightarrow v = v_{\max} \times \left[ 1 - \left( \frac{r}{R} \right)^2 \right] \rightarrow v_{\text{média}} = \frac{1}{2} \times v_{\max}$$

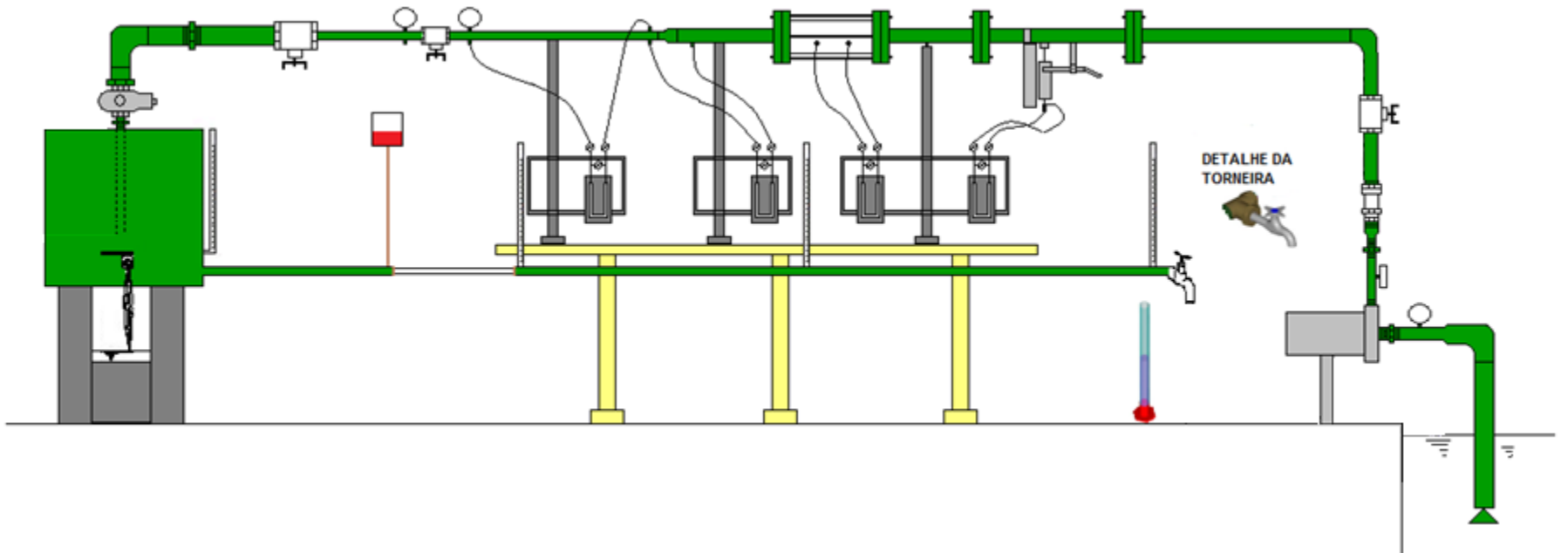
$$\text{turbulento} \rightarrow v = v_{\max} \times \left( 1 - \frac{r}{R} \right)^{1/7} \rightarrow v_{\text{média}} = \frac{49}{60} \times v_{\max}$$





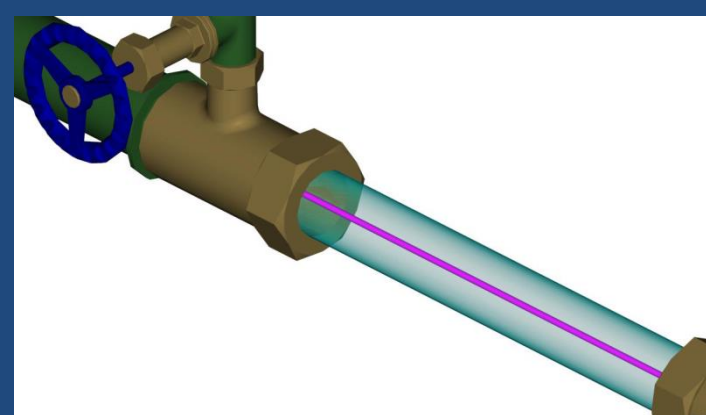
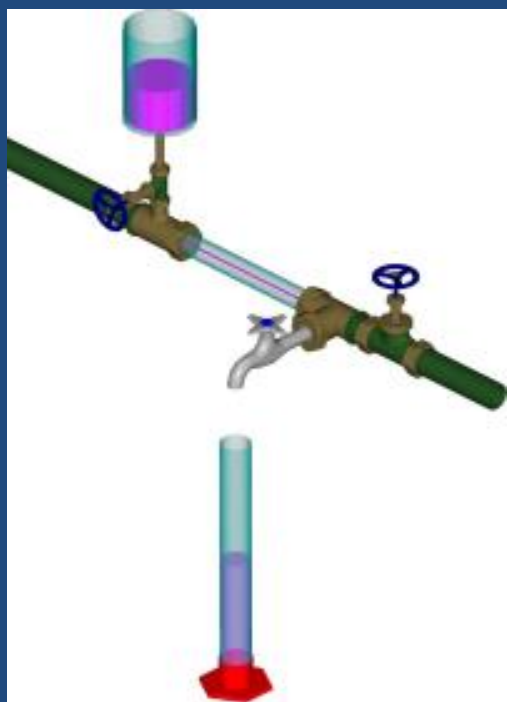


# Esquemmatizando e visualizando nossa bancada

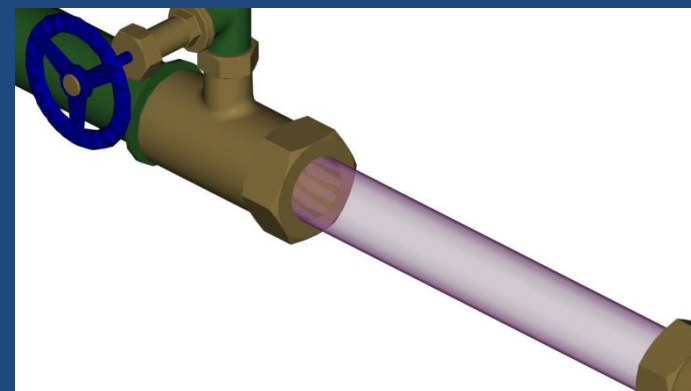
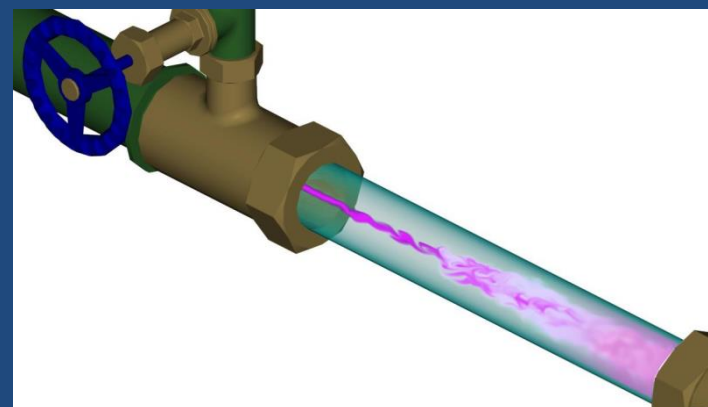


A experiência é realizada no trecho onde temos o escoamento em queda livre, e é realizada com a bomba desligada!

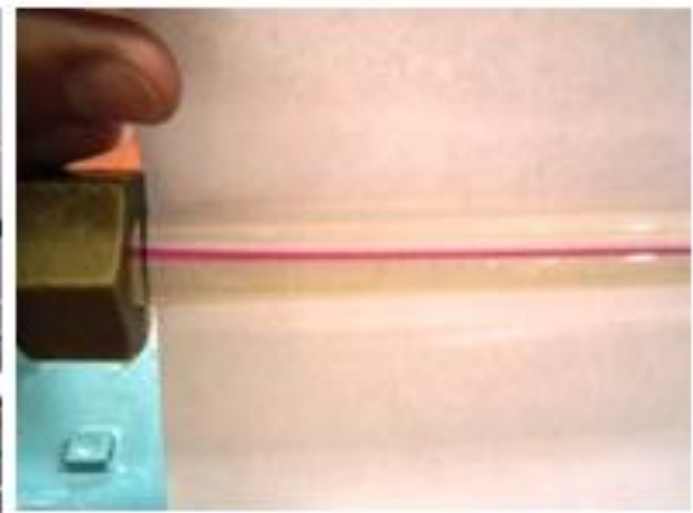




TRECHO ONDE OCORREM OS ESCOAMENTOS, ONDE DETERMINAMOS A VAZÃO E ONDE VISUALIZAMOS OS TIPOS DE ESCOAMENTO INCOMPRESSÍVEIS.



FOTOS DO  
TRECHO ONDE  
É REALIZADA A  
EXPERIÊNCIA  
DE REYNOLDS,  
COM  
ESCOAMENTO  
LAMINAR E  
TURBULENTO E  
AINDA A  
DETERMINAÇÃO  
DA VAZÃO.









**Tabela a ser preenchida: onde são exigidos dois valores para o escoamento laminar e dois para o turbulento, o outro valor, procuramos obter o de transição, que é a passagem do laminar para o turbulento, ou vice-versa**

Ensaio	Q	v	$R_e$	Tipo de Escoamento	Tipo de Escoamento
	$m^3/s$	m/s	$F^\circ L^\circ T^\circ$	Pelos Cálculos	Visualizado
1					
2					
3					
4					
5					

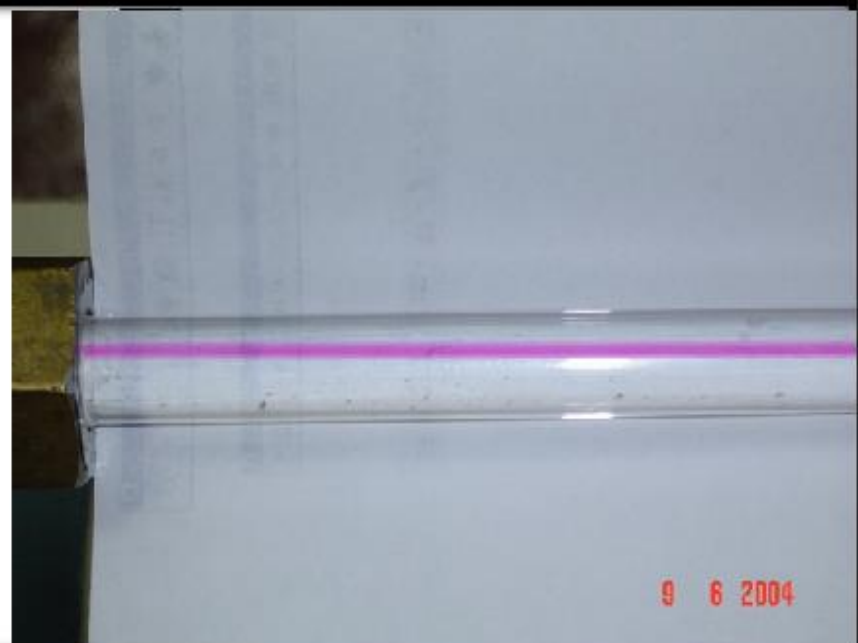
Mais informações consulte:

<http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/Apostila/Unidade%203/Simulacao%20de%20Reynolds%20un%203.pdf>  
[http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/experiência\\_de\\_Reynolds.pdf](http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/experiência_de_Reynolds.pdf)

# Exercícios a serem resolvidos

1º) As fotos a seguir mostram, respectivamente, a determinação da vazão na experiência de Reynolds e o escoamento observado para a seguinte questão: qual o mínimo volume que recolhido na proveta em  $(25 + \text{o último número do seu número de matrícula sem ser o dígito})$  segundos, produziria o escoamento representado.

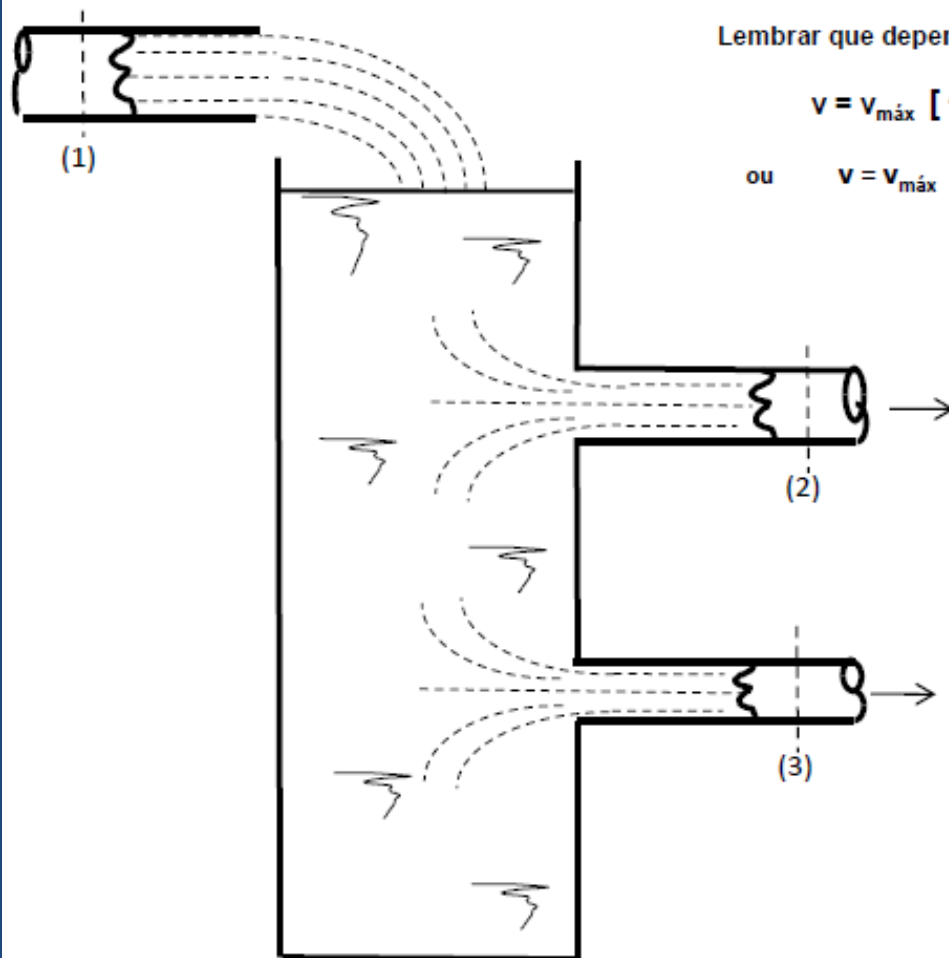
Mané - mecflu garoto



2º)

O nível do reservatório da figura, se mantém constante, mesmo sendo de pequenas dimensões. A viscosidade do fluido em escoamento é de  $150 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Nas seções (1) e (2) o regime de escoamento está no limite entre o laminar e o de transição; ainda laminar. Na seção (3) o regime de escoamento está no limite entre o de transição e o turbulento; já no turbulento. As velocidades no centro das seções (1) e (3) são respectivamente  $2,5 \text{ m/s}$  e  $3,7 \text{ m/s}$ . Pede-se determinar:

- As vazões nas três seções (1); (2) e (3).
- Os diâmetros nas três seções (1); (2) e (3).
- A velocidade de uma partícula fluida a  $1 \text{ cm}$  da parede interna na seção (3).



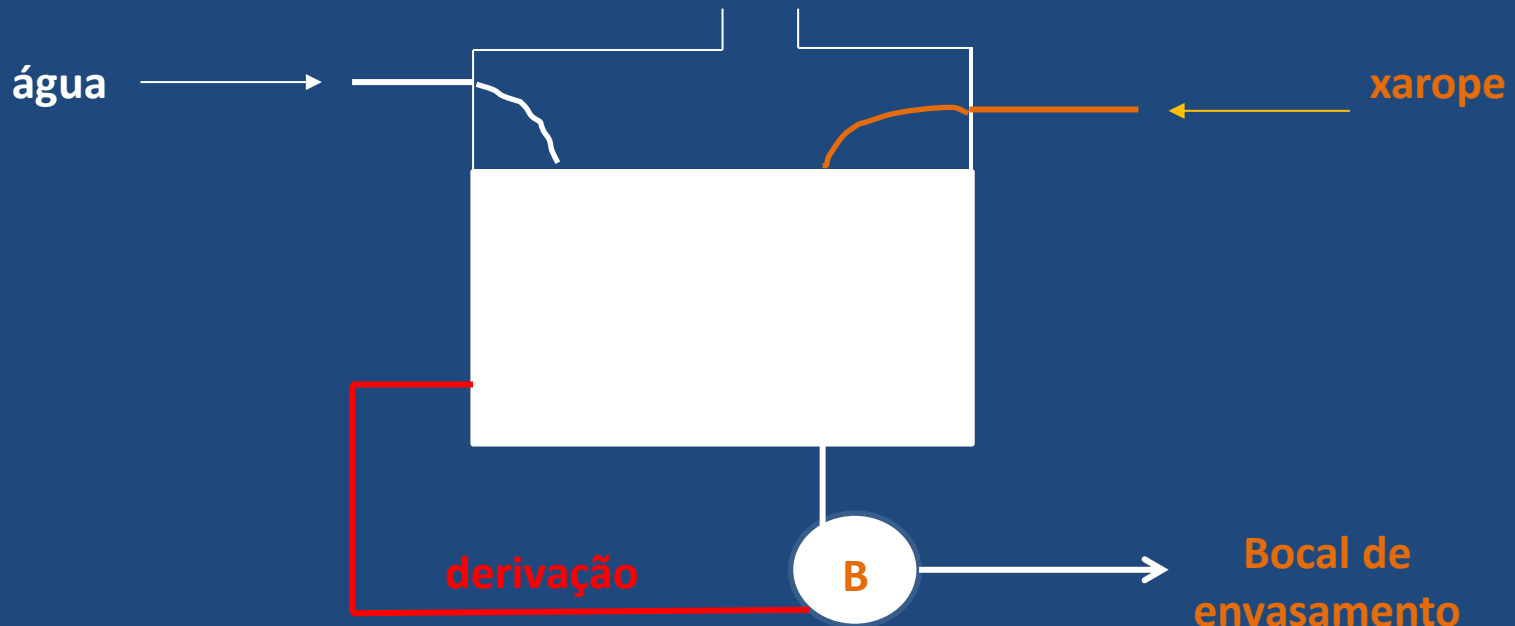
Lembrar que dependendo do regime:

$$v = v_{\text{máx}} [1 - (r/R)^2]$$

$$\text{ou } v = v_{\text{máx}} (1 - r/R)^{1/7}$$

3<sup>o</sup>) O reservatório da figura, que se mantém a nível constante, é utilizado para preparar e engarrafar um produto que é constituído por um xarope diluído em água. O xarope tem viscosidade alta e assim, o escoamento é laminar no seu conduto de entrada de diâmetro 20 mm, onde a velocidade máxima é 3,18 m/s. O bocal de envasamento enche 200 garrafas de 750 mL com o produto em 1 minuto, alimentado por uma bomba que tem um conduto de derivação com o reservatório. No conduto de entrada da bomba de diâmetro de 40 mm, o escoamento é turbulento e tem velocidade de 2,3 m/s a 8 mm de distância da parede do conduto. Posto isto, determinar:

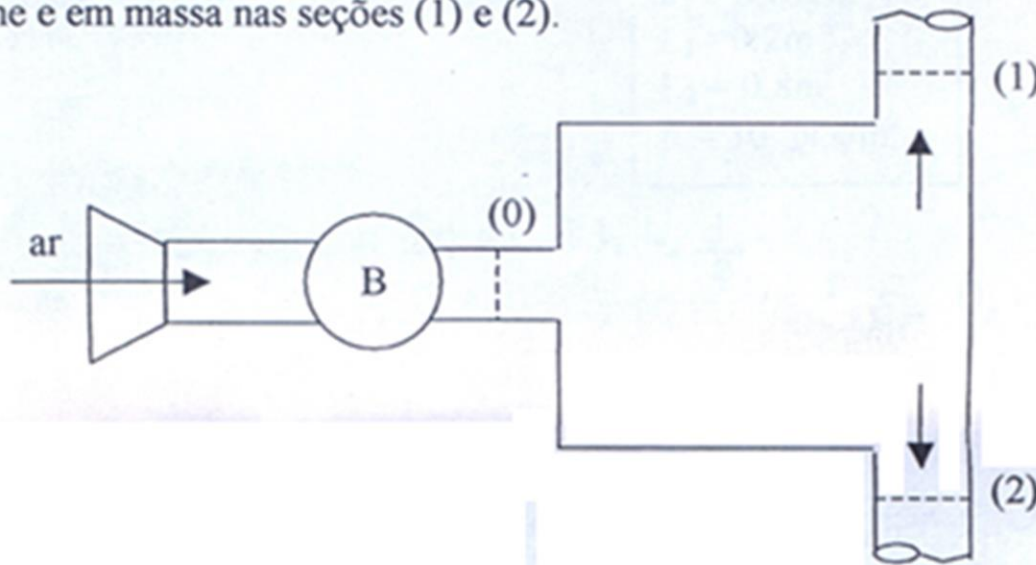
1. a vazão na derivação e o sentido do escoamento que deve ser indicado na figura;
2. a relação entre as vazões de xarope e água, ou seja, a que representa a composição do produto.



4<sup>o</sup>)

O insuflador de ar da figura fornece  $4 \text{ kg/s}$  na seção (0). O sistema está em regime permanente. Nas seções (1) e (2) deseja-se que o número de Reynolds seja  $10^5$  para que o movimento turbulento favoreça a homogeneização das temperaturas. Dados:  $D_1 = 40 \text{ cm}$ ;  $\rho_1 = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu_1 = 2,4 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2$ ;  $\rho_2 = 0,95 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu_2 = 7,6 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2$ . Pede-se:

- o diâmetro  $D_2$ ;
- a vazão em volume e em massa nas seções (1) e (2).





5<sup>o</sup>) Num laboratório, decide-se fazer a medida da viscosidade dinâmica de um fluido utilizando-se a Experiência de Reynolds. Inicialmente realiza-se um teste com água ( $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ).

Neste teste quando acontece a passagem de transição para turbulento, é recolhido no recipiente graduado um volume de 400 ml, em 50 s.

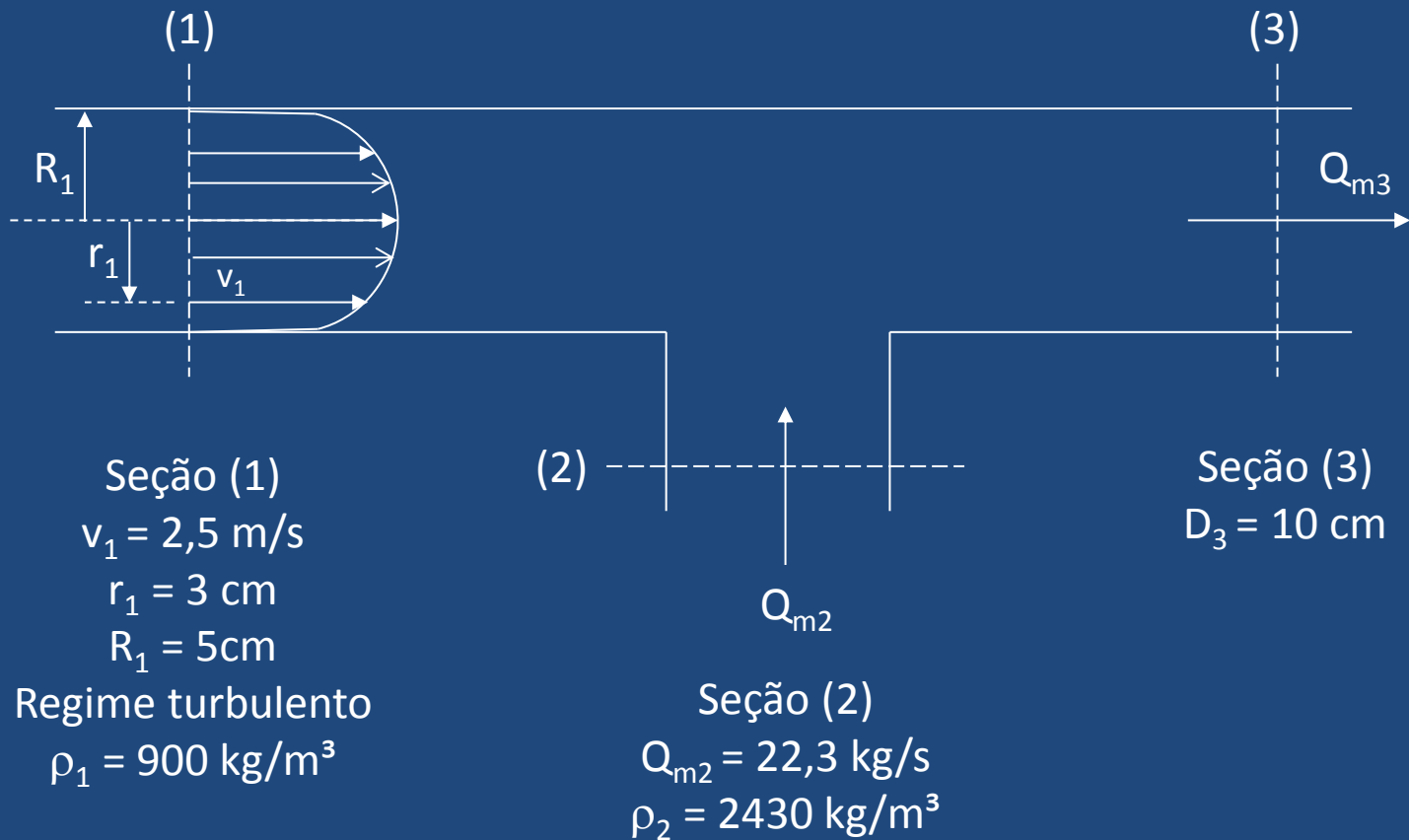
Nesta condição o recipiente graduado e a água contida no mesmo, são submetidos a uma balança, obtendo-se 0,7 kg. Com o fluido em estudo verifica-se que a passagem de laminar para a transição acontece quando se recolhem 900 mL no recipiente graduado, em 30 s. Nesta condição, na balança o recipiente graduado com o fluido em estudo registra-se 1 kg.

Qual a viscosidade do fluido em estudo em  $\text{N s /m}^2$ ?

6º) Na tubulação da figura, determinar:

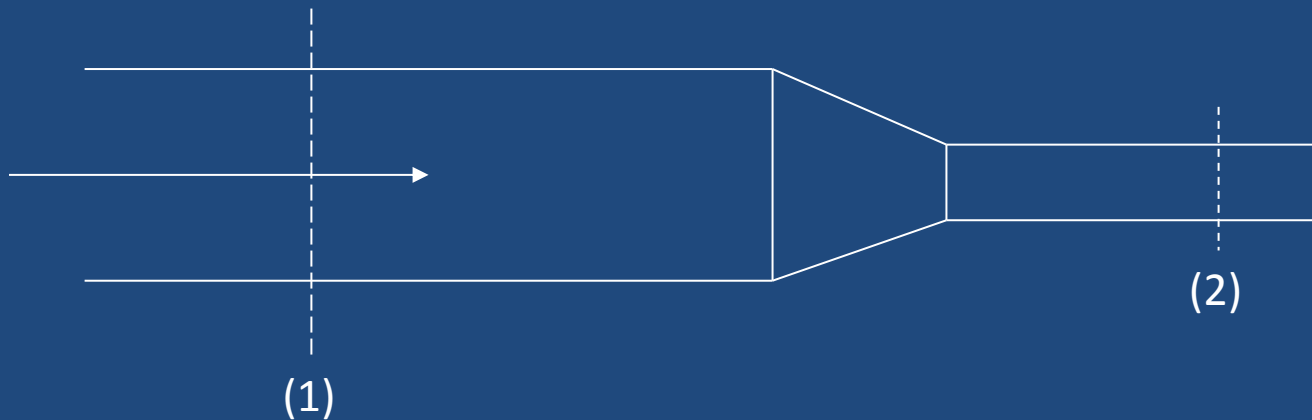
- a) a vazão em massa na seção (1);
- b) a massa específica na seção (3).

Respostas: a) 16,57 kg/s e b) 1410 kg/m<sup>3</sup>



7º) No tubo da figura a seção (1) tem um diâmetro  $D_1 = 18$  cm e o líquido apresenta um escoamento laminar com número de Reynolds igual a 2000, já na seção (2) o escoamento é turbulento com número de Reynolds igual a 6000. Na seção (1) o líquido tem uma velocidade igual a 3m/s a 5 cm da parede do tubo, nesta situação, calcule:

- O diâmetro da seção (2);
- A viscosidade dinâmica do líquido se sua massa específica é igual a  $800 \text{ kg/m}^3$ ;
- A velocidade na seção (2) a 1 cm da parede



Respostas: a)  $D_2 = 6$  cm; b)  $0,134 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ; c)  $17,6 \text{ m/s}$

