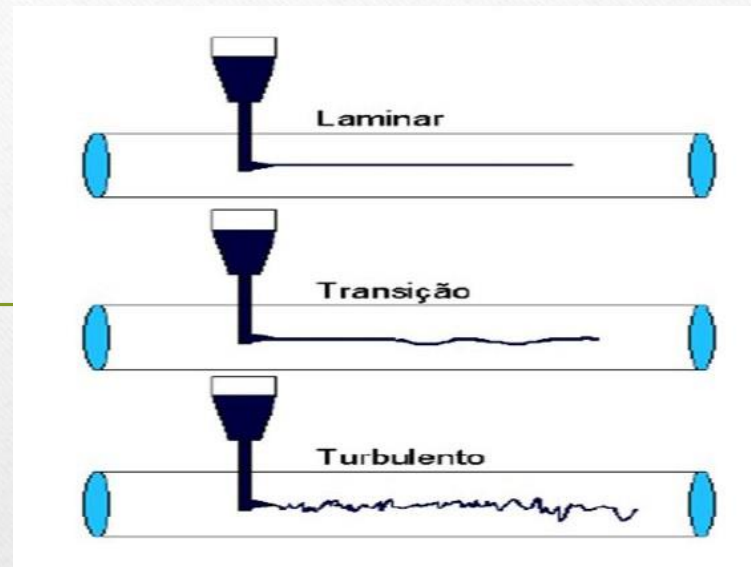
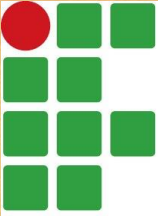


- *Escoamento de fluido*



- **Fluido:** uma substância que não tem forma própria e que toma a forma do recipiente que a contém. Ex.: líquidos e gases.



- *Vazão de fluido*

$$Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ (em volume)}$$

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} \text{ (em massa)}$$

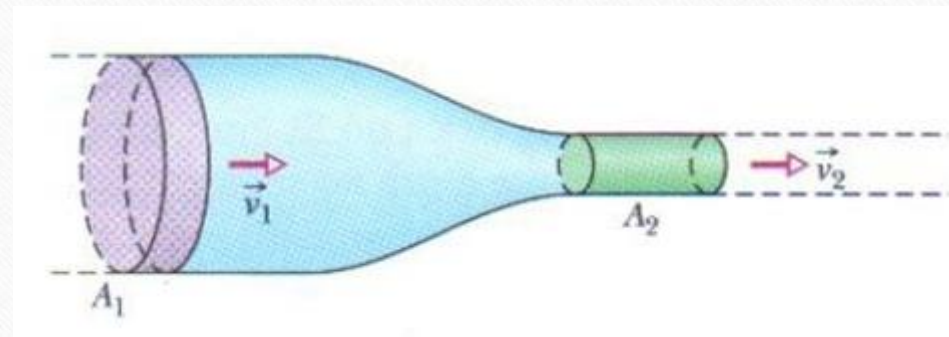
$$Q_P = \frac{\Delta P}{\Delta t} \text{ (em peso)}$$

- Unidades: $[Q] = \frac{m^3}{s} \text{ ou } \frac{kg}{s} \text{ ou } \frac{N}{s}$ (*respectivamente*) – SI

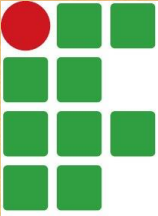
- *Equação da Continuidade*

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

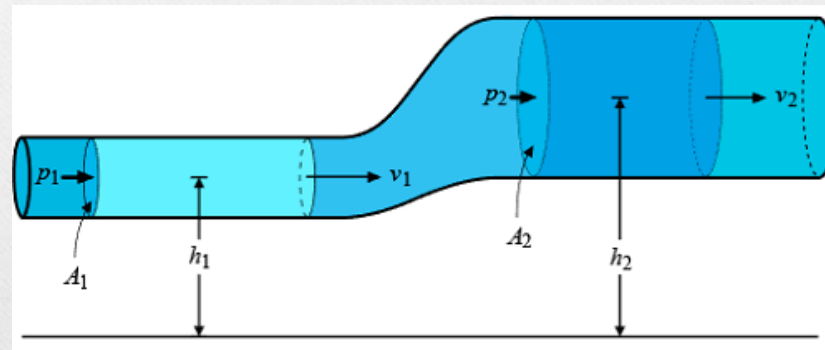


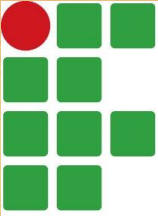
regime permanente



- *Equação de Bernouilli*

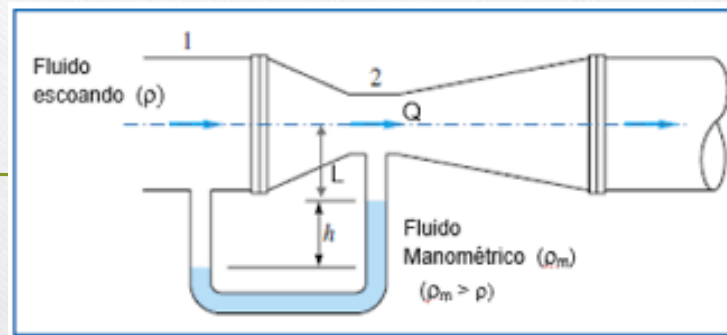
$$p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2}$$





• *Tubeo de Venturi*

$$p_1 - p_2 = \rho \cdot g \cdot h$$



Exercícios

01) Um determinado líquido escoar por uma tubulação com uma vazão de 5,00 L/s. Calcule a vazão em massa e em peso sabendo-se que $\rho = 1,35 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.

Resp.: 6,75 kg/m³; 67,5 N/m³.

02) Um condutor de 20,0 cm² de área de secção reta despeja gasolina em um reservatório. A velocidade de saída da água é 60,0 cm/s. Qual a vazão do fluido escoado? Suponha que o reservatório tenha 1,20 · 10⁶ cm³ de capacidade. Qual o tempo necessário para enchê-lo?

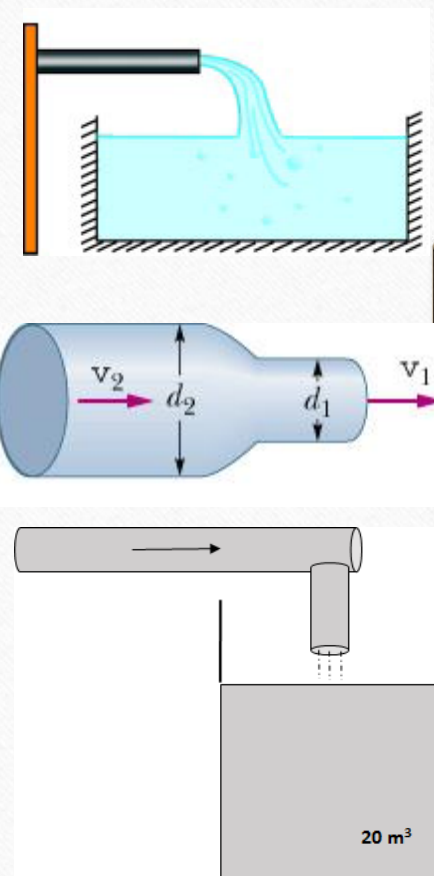
Resp.: 1,2 · 10³ cm³/s e 16min40s.

03) Na figura a seguir, água doce atravessa um cano horizontal e sai para a atmosfera com uma velocidade $v_1 = 15 \text{ m/s}$. Os diâmetros dos segmentos esquerdo e direito do cano são 5,0 cm e 3,0 cm. a) que volume de água escoar para a atmosfera em um período de 10 min? b) Quais é a velocidade v_2 ?

Resp.: a) 6,4 m³; b) 5,4 m/s.

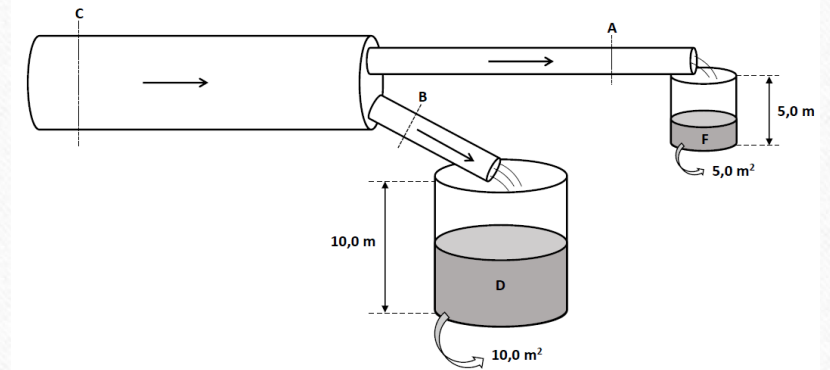
04) Sabe-se que para se encher um tanque de 20 m³, mostrado na figura, são necessários 1h10min. Considerando que o diâmetro do tubo é igual a 10 cm, calcule a velocidade de saída do escoamento pelo tubo.

Resp.: 0,35 m/s.



05) Os reservatórios da figura são preenchidos pelos tubos até as alturas indicadas, respectivamente, em 100 s e 500 s. Determinar a velocidade da água na seção (C), sabendo-se que o diâmetro do conduto nessa seção é 1,0 m.

Resp.: 4,13 m/s.



06) Em dado ponto de um escoamento cilíndrico horizontal a velocidade da água é igual a 2,50 m/s e a pressão manométrica é igual a $1,80 \cdot 10^4$ Pa. Calcule a pressão manométrica em um segundo ponto do encanamento cujo diâmetro do cano é igual ao dobro do diâmetro do primeiro. Considere $\gamma = 9,8 \cdot 10^3$ N/m³.

Resp.: $2,03 \cdot 10^4$ Pa.

07) A água é descarregada de um tubo cilíndrico horizontal, com uma taxa de 465 cm³/s. Em um ponto do tubo onde o raio é 2,05 cm a pressão absoluta é igual a $1,60 \cdot 10^5$ Pa. Qual é o raio do tubo em uma constricção onde a pressão se reduz para $1,20 \cdot 10^5$ Pa? Considere $\gamma = 9,8 \cdot 10^3$ N/m³.

Resp.: 0,41 cm.

08) Um tanque selado que contém água do mar até uma altura de 11,0 m também contém ar acima da água a uma pressão manométrica igual a 3,00 atm. A água flui para fora através de um pequeno orifício na base do tanque. Considere $\rho = 1,025 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Calcule a velocidade de fluxo da água.

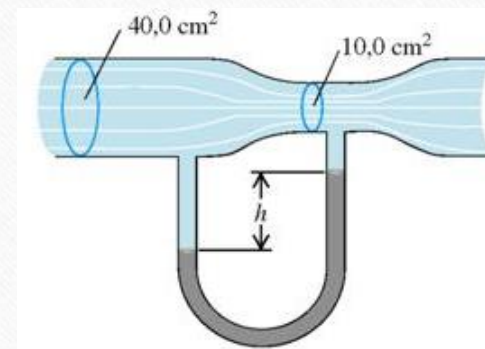
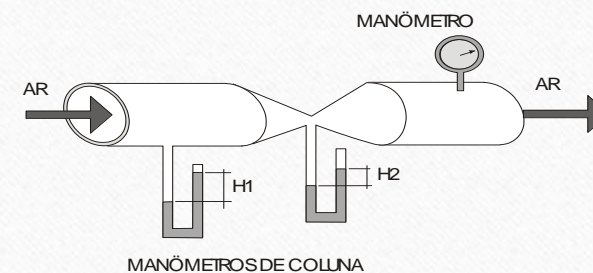
Resp.: 28,4 m/s.

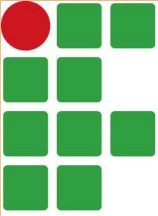
09) Considere ar escoando pelo sistema Venturi a seguir. O diâmetro maior é de 20,0 cm e o menor de 5,0 cm. A vazão de ar é de $600 \text{ m}^3/\text{h}$. Considere mercúrio nos manômetros de coluna. Se $H_1 = 30,0 \text{ cm}$ e desprezando as perdas de energia na redução, estime qual é a altura H_2 .

Resp: $H_2 = 10,0 \text{ cm}$.

10) O tubo horizontal indicado a seguir possui seção reta com área igual a $40,0 \text{ cm}^2$ em sua parte mais larga e $10,0 \text{ cm}^2$ em sua constricção. A água flui no tubo e a vazão volumétrica é igual a $6,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Calcule (a) a velocidade do escoamento na parte mais larga e na constricção; b) a diferença de pressão entre estas duas partes; c) a diferença de altura entre os dois níveis do mercúrio existente no tubo em U. Considere: $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Resp.: a) $v_1 = 1,5 \text{ m/s}$ e $v_2 = 6,0 \text{ m/s}$; b) $\Delta p = 16,9 \text{ kPa}$; c) $h = 12,7 \text{ cm}$.





Desafio!

As linhas de corrente horizontais em torno das pequenas asas de um avião são tais que a velocidade sobre a superfície superior é igual a 70,0 m/s e sob a superfície inferior é igual a 60,0 m/s. Se o avião possui massa igual a 1.340 kg e a área da asa é igual a 162 m², qual é a força resultante vertical (incluindo o efeito da gravidade) sobre o avião? A densidade do ar é 1,20 kg/m³.

Resp.: 113 kN.