

Física 3

(1/2015)

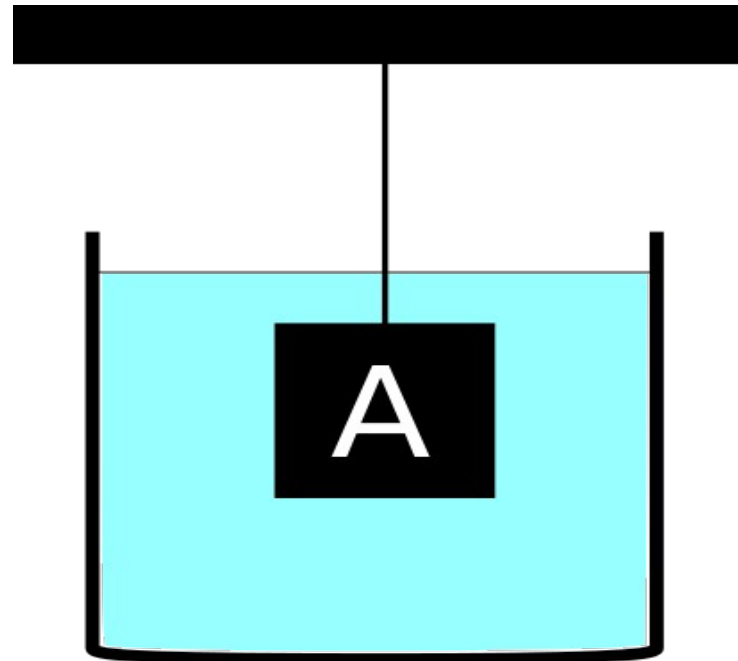
Fluidos, Termodinâmica, Ondas e Ótica

Aula 3

Carlos Eduardo Souza (Cadu)
carlooseduardosouza@id.uff.br

Site: **cursos.if.uff.br/fisica3-0115/**

Problema: Qual a Tensão no barbante da figura abaixo?



Fluido: Álcool Etílico – bloco: material Al e Volume 100cm^3 .

Teste Conceitual 1

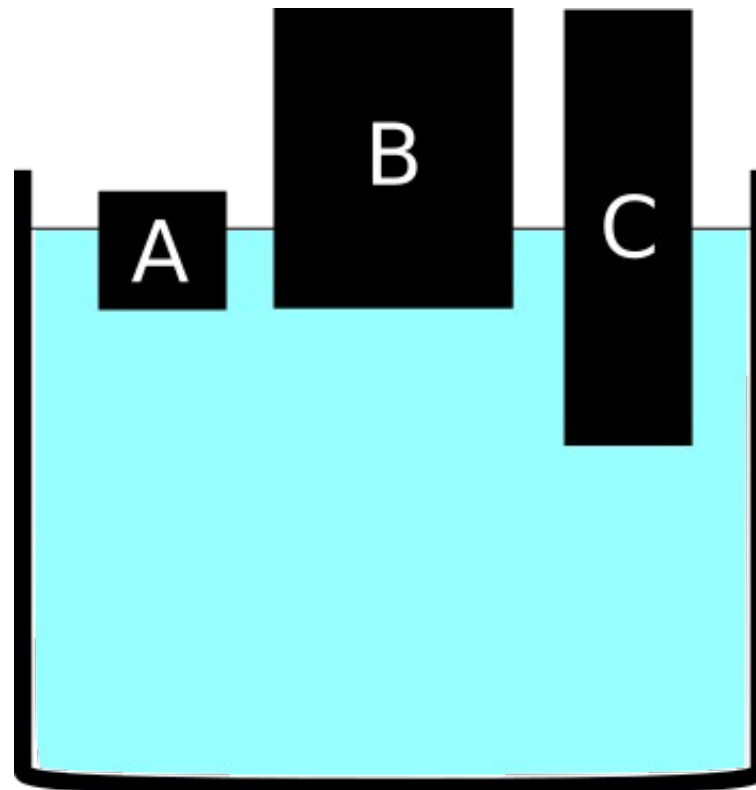
Ordene a densidade de cada um dos blocos.

(A) $\rho_A < \rho_C$

(B) $\rho_A > \rho_B$

(C) $\rho_A < \rho_B$

(D) $\rho_B > \rho_C$



Teste Conceitual 2

Energia eólica

Usinas eólicas funcionam retirando energia do vento que passa pelas hélices dos cataventos que fazem os geradores rodarem e, conseqüentemente, gerar energia. Quando a velocidade do vento dobra, a energia

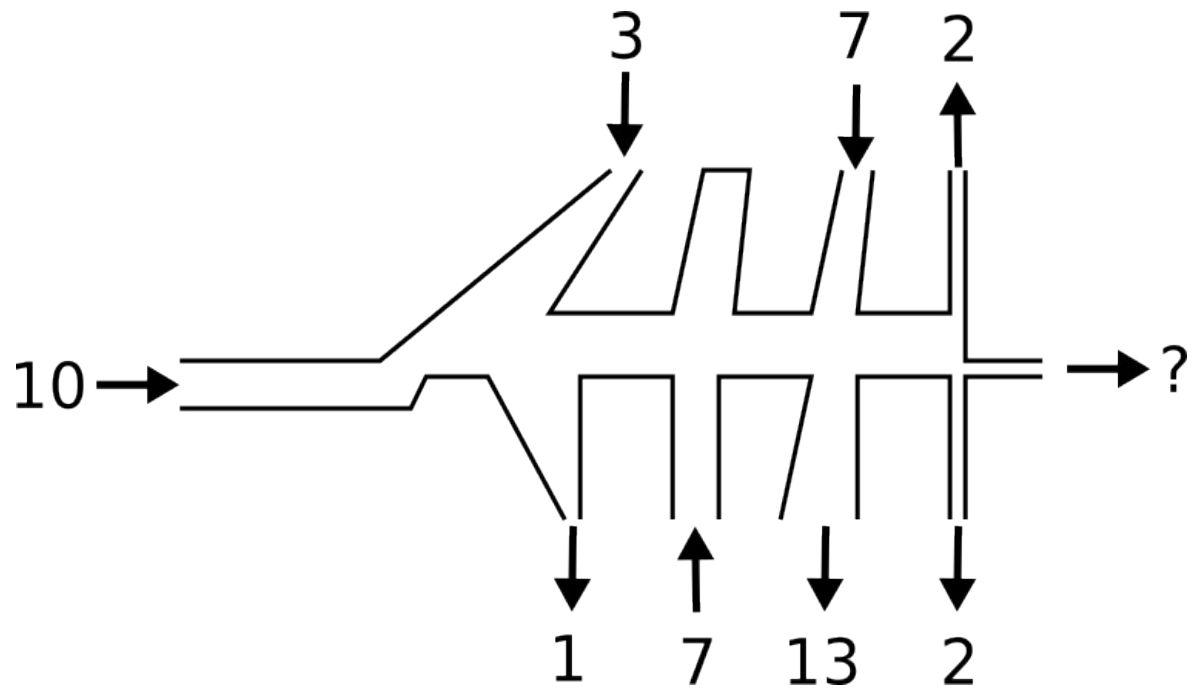
- (A) dobra
- (B) quadruplica
- (C) octuplica
- (D) decuplica



Teste Conceitual 3

Qual é a taxa de fluxo de volume (em cm^3/s) através do tubo sem indicação?

- (A) 9
- (B) 11
- (C) 27
- (D) 16



Dinâmica dos Fluidos

(Fluidos em movimento)

Modelo de Fluido Ideal (3 hipóteses!)

- **Fluido incompressível (funciona bem para líquidos)**
- **O Fluido é não-viscoso (análogo do atrito cinético)**
- **Fluxo é estacionário (a velocidade é cte em cada ponto do fluido)**

Dinâmica dos Fluidos

(Fluidos em movimento)

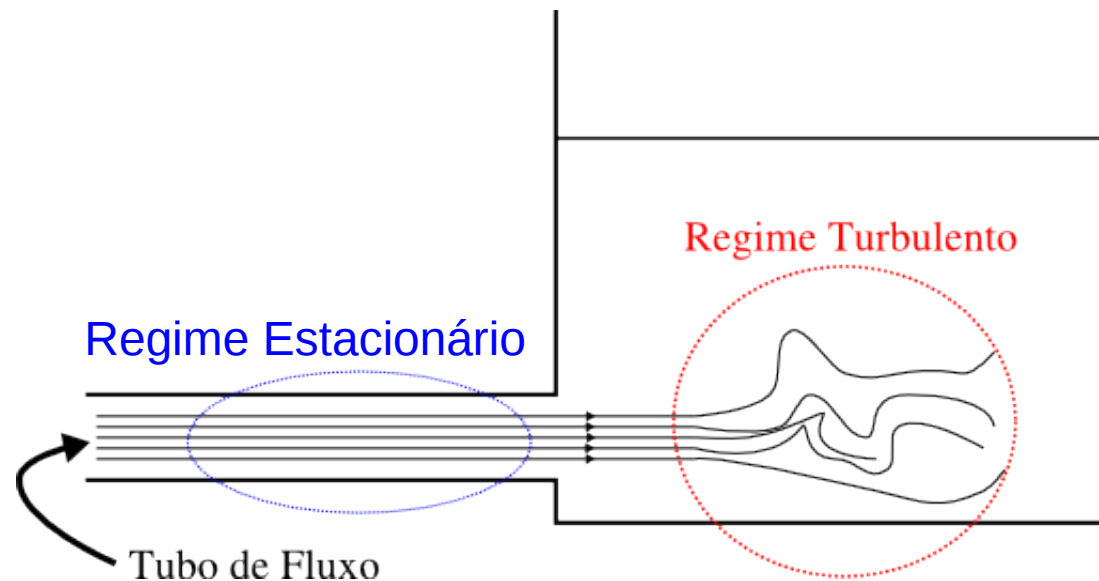
Modelo de Fluido Ideal (3 hipóteses!)

- Fluido incompressível (funciona bem para líquidos)
- O Fluido é não-viscoso (análogo do atrito cinético)
- Fluxo é estacionário (a velocidade é cte em cada ponto do fluido)

Um fluxo estacionário é chamado de **fluxo laminar**, oposto de **fluxo turbulento**.

Dinâmica dos Fluidos (Fluidos em movimento)

Um fluxo estacionário é chamado de fluxo laminar, oposto de fluxo turbulento.

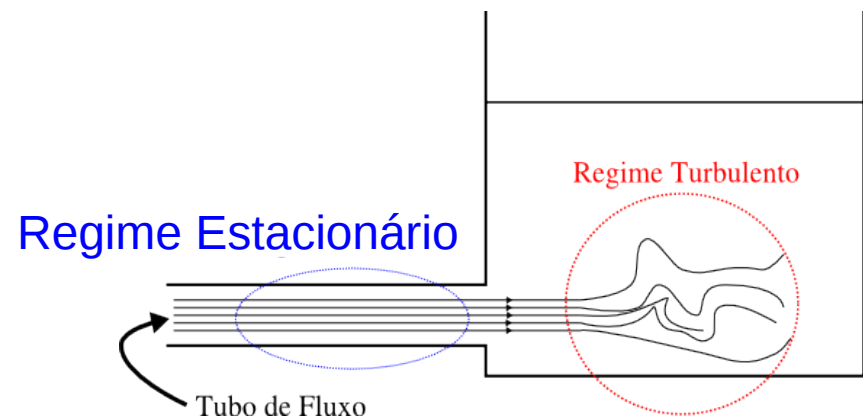


Ver Figura 15.26!

Dinâmica dos Fluidos

(Fluidos em movimento)

Um fluxo estacionário é chamado de fluxo laminar, oposto de fluxo turbulento.



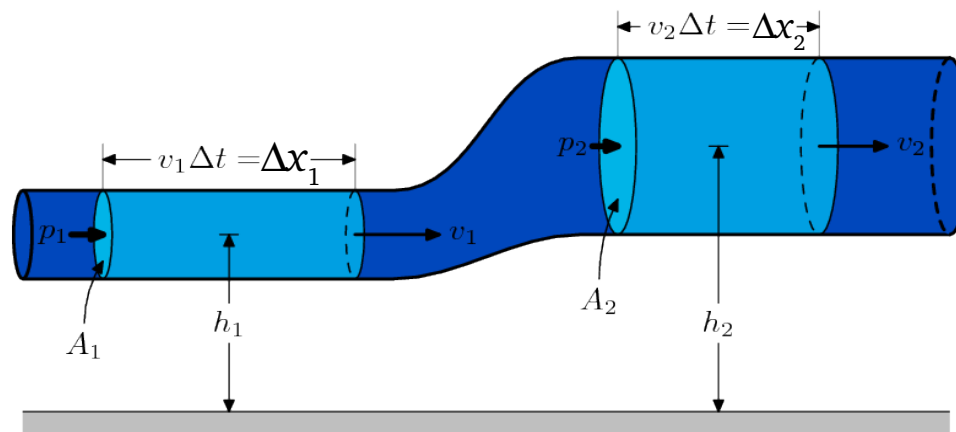
- A linha de fluxo é a trajetória seguida por uma partícula qualquer em um fluido em movimento estacionário.
- O tubo de fluxo é o feixe de linhas de fluxo.

Dinâmica dos Fluidos

(Fluidos em movimento)

Equação da Continuidade

Considerando o movimento de um fluido em um tubo de fluxo



Em Δt , uma qtde V do líquido atravessa A_1 . Se a velocidade do fluido é v_1 ,

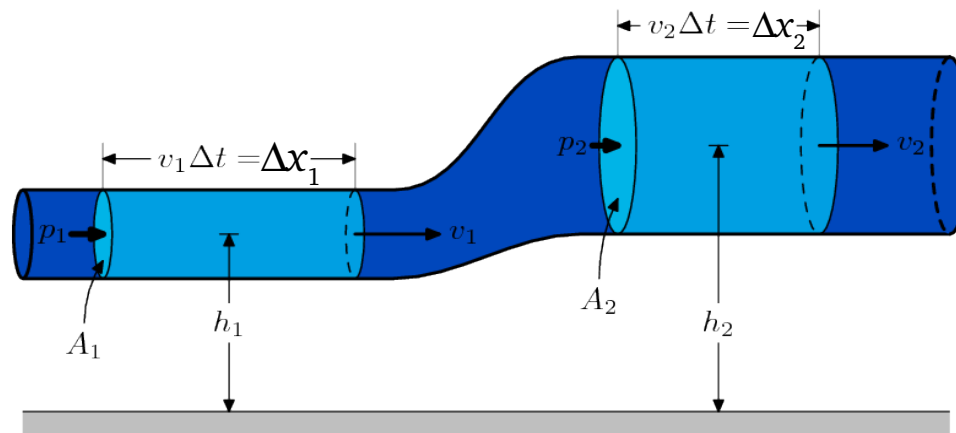
$$V = A_1 v_1 \Delta t$$

Dinâmica dos Fluidos

(Fluidos em movimento)

Equação da Continuidade

Considerando o movimento de um fluido em um tubo de fluxo



A mesma análise pode ser feita para A_2 , de forma que em Δt , uma qtde V do líquido atravessa A_2 . Neste caso, a velocidade do fluido é v_2 ,

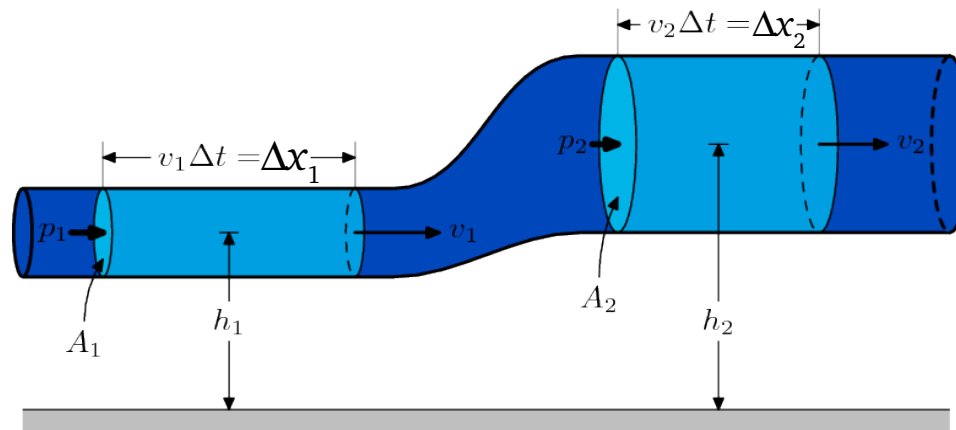
$$V = A_2 v_2 \Delta t$$

Dinâmica dos Fluidos

(Fluidos em movimento)

Equação da Continuidade

Como o fluido não é criado e nem destruído, entre A_1 e A_2 ,



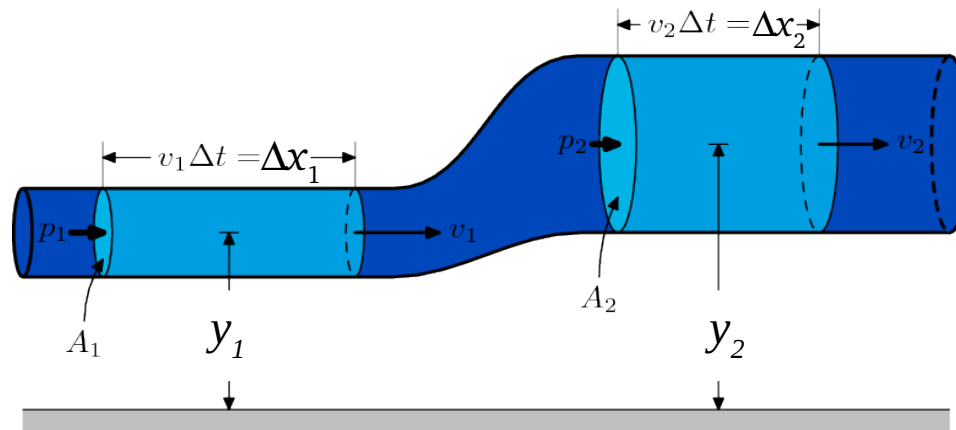
$$V_1 = V_2 \mapsto A_1 v_1 \Delta t = A_2 v_2 \Delta t$$

$$\boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2} = Q \text{ (vazão) } [\text{m}^3/\text{s}]$$

Dinâmica dos Fluidos (Fluidos em movimento)

Equação de Bernoulli

Consideremos novamente o mesmo tubo de fluxo

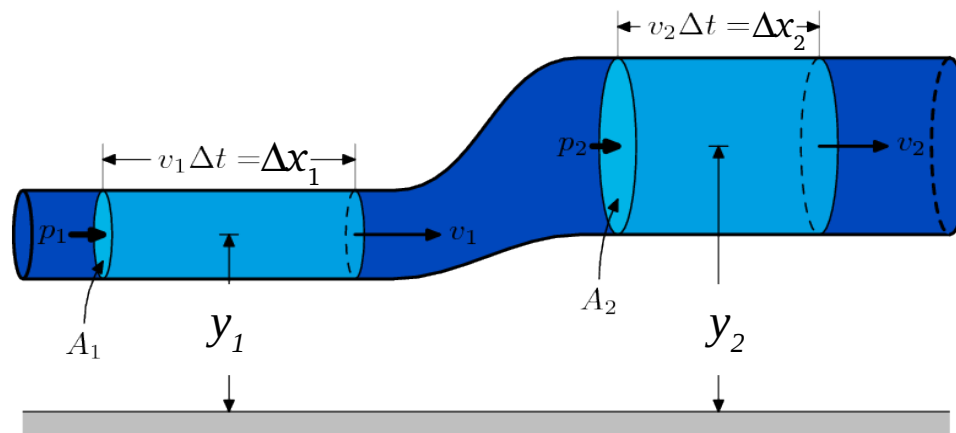


→ Força de pressão circundante faz o fluido se mover!

Por exemplo, uma força F faz o líquido compreendido entre A_1 e A_2 se mover para $A_1 + \Delta x_1$ e $A_2 + \Delta x_2$.

Equação de Bernoulli

Considerando o trabalho realizado no deslocamento do fluido

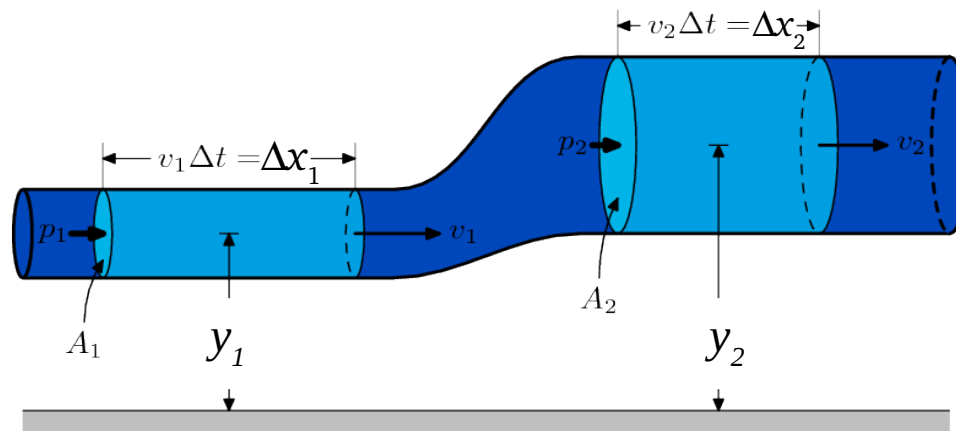


$$W^{lateral} = 0$$

$$W_1 = F_1 \Delta x_1 = P_1 A_1 \Delta x_1 = P_1 V \Leftrightarrow F_1 \parallel \Delta x_1$$

$$W_2 = -F_2 \Delta x_2 = -P_2 A_2 \Delta x_2 = -P_2 V \Leftrightarrow F_2 \parallel -\Delta x_2$$

Equação de Bernoulli



Observando as relações de energia,

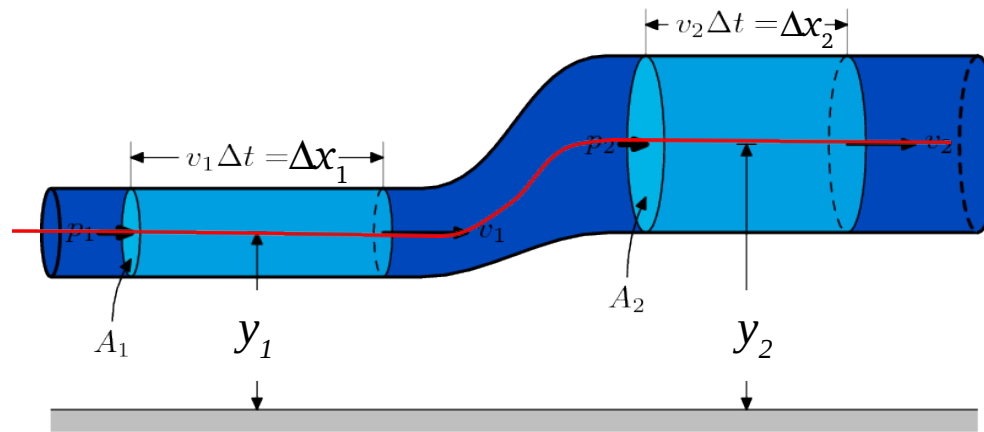
$$\Delta E + \Delta U = W^{ext}$$

$$W^{ext} = W_1 + W_2 = P_1 V - P_2 V$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 + mgy_2 - mgy_1 = P_1 V - P_2 V$$

A red double-headed vertical arrow points from the term $mgy_2 - mgy_1$ in the equation above to the term ΔU in the equation $\Delta E + \Delta U = W^{ext}$ above it, indicating the correspondence between the change in potential energy and the work done by gravity.

Equação de Bernoulli



Observando as relações de energia,

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 + mgy_2 - mgy_1 = P_1V - P_2V$$



Equação de Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

A Equação de Bernoulli relaciona dois pontos na mesma linha de fluxo.

Equação de Bernoulli

Teste de Leitura:

De acordo com a equação de Bernoulli, a pressão de um gás que flui num tubo aumenta ou diminui após o tubo sofrer uma redução de diâmetro?

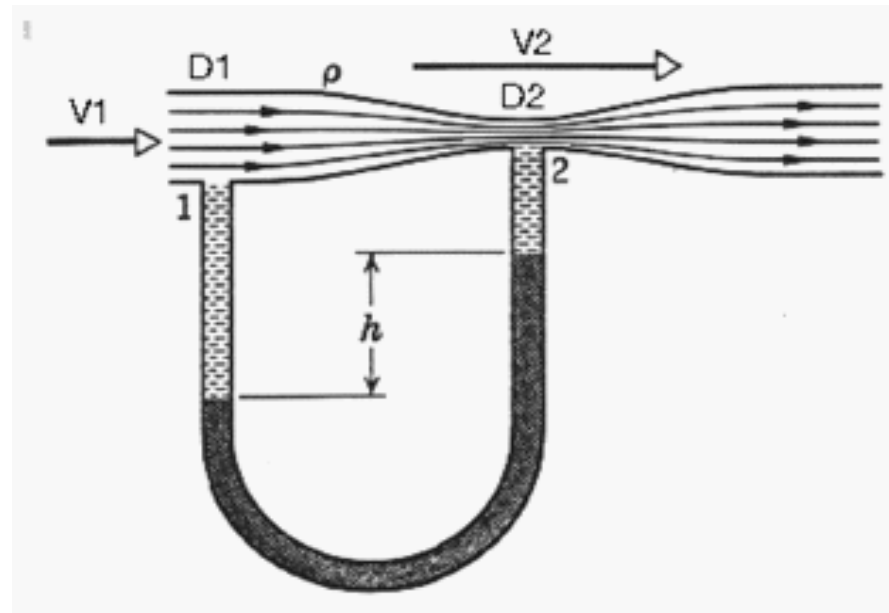
Estudante 1

“Pela equação da continuidade, concluímos que ao diminuir o diâmetro de um tubo a velocidade do fluido dentro do tubo aumenta e observando a equação de Bernoulli [$P + \frac{1}{2}(\rho)(v)^2 + \rho gh = \text{constante}$] podemos concluir que quanto maior for a velocidade do fluido, menor é a pressão do fluido dentro do tubo. Logo diminuindo o diâmetro do tubo a pressão no fluido também diminui.”

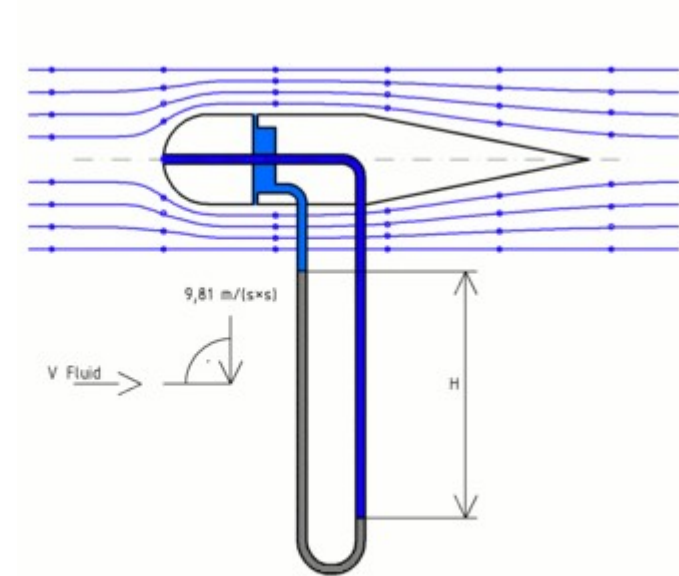
Estudante 2

“ Não aumenta, pois equação $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{constante}$. O que aumenta é a velocidade. ”

Aplicação: Tubo de Venturi (medida da velocidade de gases)



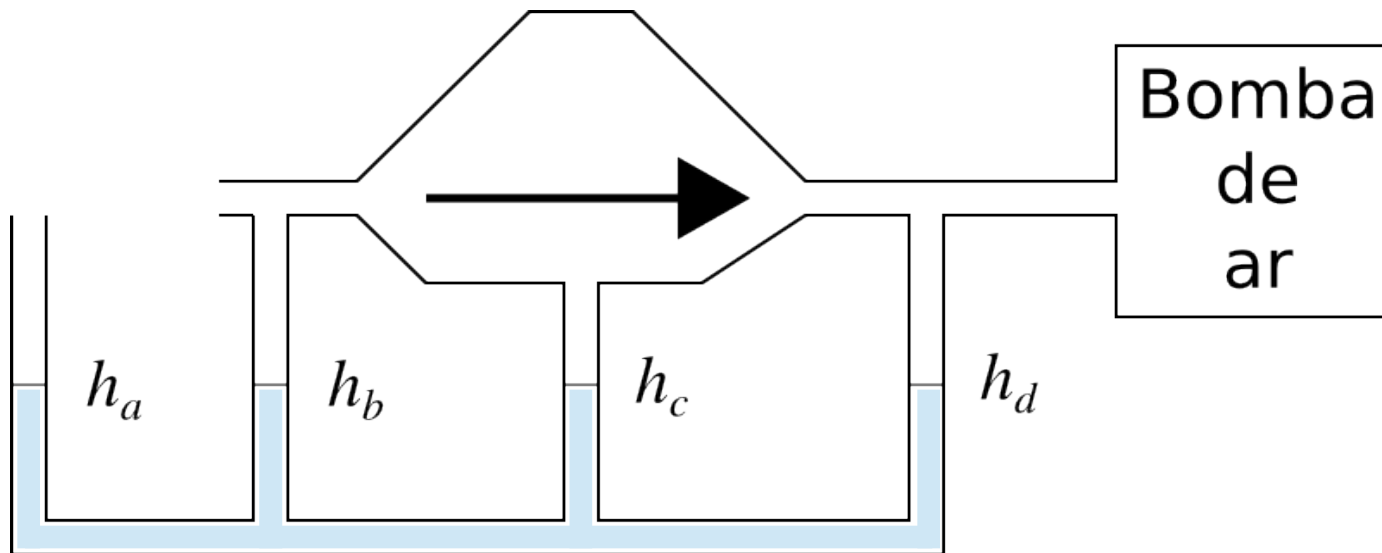
Aplicação: Tubo de Pitot (medida da velocidade de fluidos)



$$v = \sqrt{2 \frac{\rho_{\text{líq}}}{\rho_{\text{ar}}} gh}$$

Teste Conceitual 4

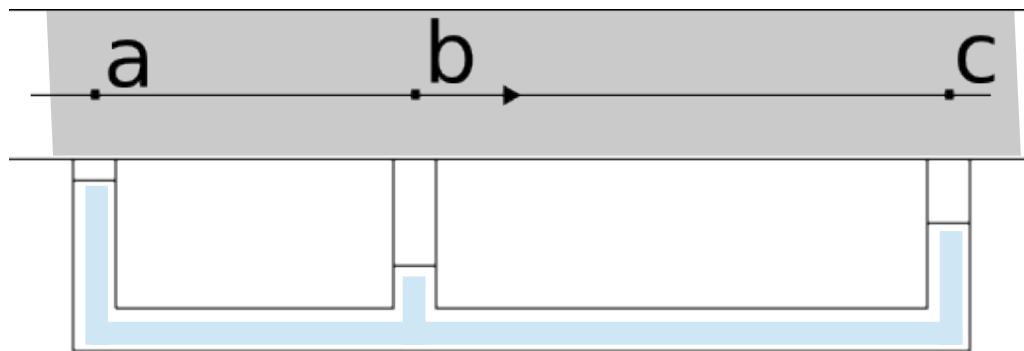
Qual a sequência correta entre as alturas $h_a - h_d$.



- (A) $h_a < h_c < h_b < h_d$
- (B) $h_a > h_c > h_b > h_d$
- (C) $h_a > h_c > h_b = h_d$
- (D) $h_a < h_c < h_b = h_d$

Teste Conceitual 5

Gás flui no tubo abaixo. Você não consegue ver os diâmetros nos pontos a, b e c. Qual a sequência correta entre as velocidades $v_a - v_c$.



- (A) $v_a < v_b < v_c$
- (B) $v_a < v_b > v_c$
- (C) $v_a > v_c > v_b$
- (D) $v_a < v_c < v_b$

Atenção: Miniteste na próxima aula!

Seções: 15.1 até 15.5.