

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

Mecânica dos Fluidos

Aula 12 – Equação da Energia Para Fluido Ideal

Prof. MSc. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues

Tópicos Abordados Nesta Aula

- Equação da Energia para Fluido Ideal.

Energia Associada a um Fluido

- **a) Energia Potencial:** É o estado de energia do sistema devido a sua posição no campo da gravidade em relação a um plano horizontal de referência.
- **b) Energia Cinética:** É o estado de energia determinado pelo movimento do fluido.
- **c) Energia de Pressão:** Corresponde ao trabalho potencial das forças de pressão que atuam no escoamento do fluido.

Equação de Bernoulli

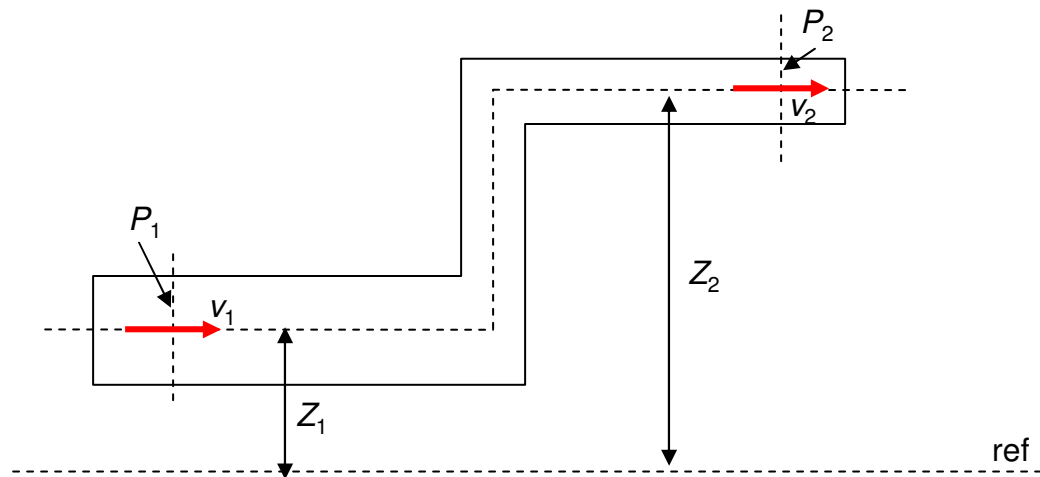
- Hipóteses de Simplificação:
- Regime permanente.
- Sem a presença de máquina (bomba/turbina).
- Sem perdas por atrito.
- Fluido incompressível.
- Sem trocas de calor.
- Propriedades uniformes nas seções.

Equação de Bernoulli

$$H_1 = H_2$$

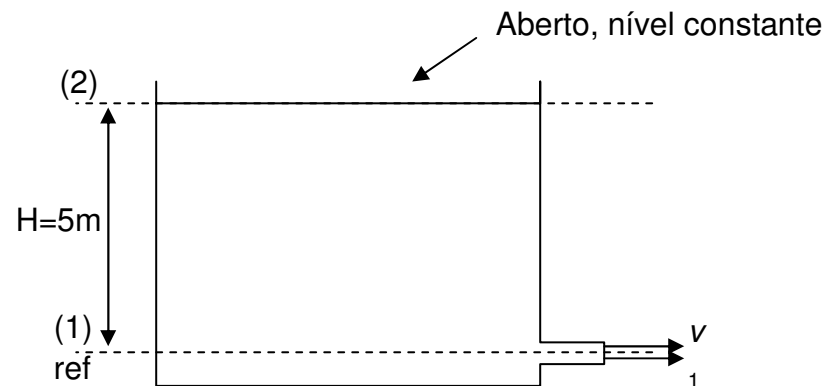


$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2$$



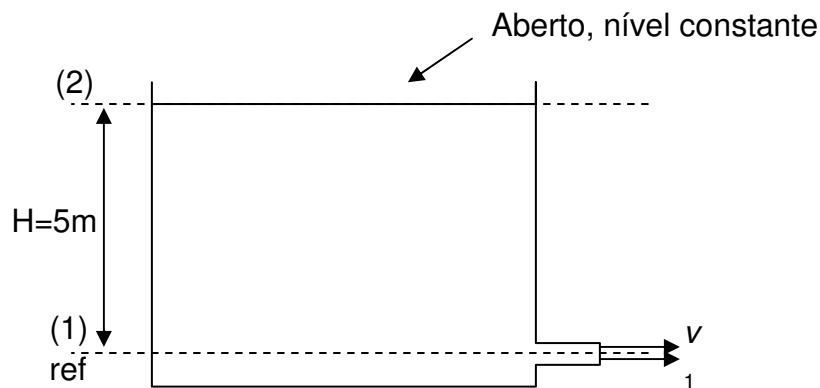
Exercício 1

- 1) Determine a velocidade do jato de líquido na saída do reservatório de grandes dimensões mostrado na figura.
- Dados: $\rho_{\text{h}_2\text{O}} = 1000\text{kg/m}^3$ e $g = 10\text{m/s}^2$.



Solução do Exercício 1

Aplicação da Equação da Energia entre os pontos (1) e (2).



$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2$$

$$\cancel{\frac{P_1}{\gamma}} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + \cancel{z_1} = \cancel{\frac{P_2}{\gamma}} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2$$

$$\frac{v_1^2}{2 \cdot g} = H$$

$$v_1^2 = 2 \cdot g \cdot H$$

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

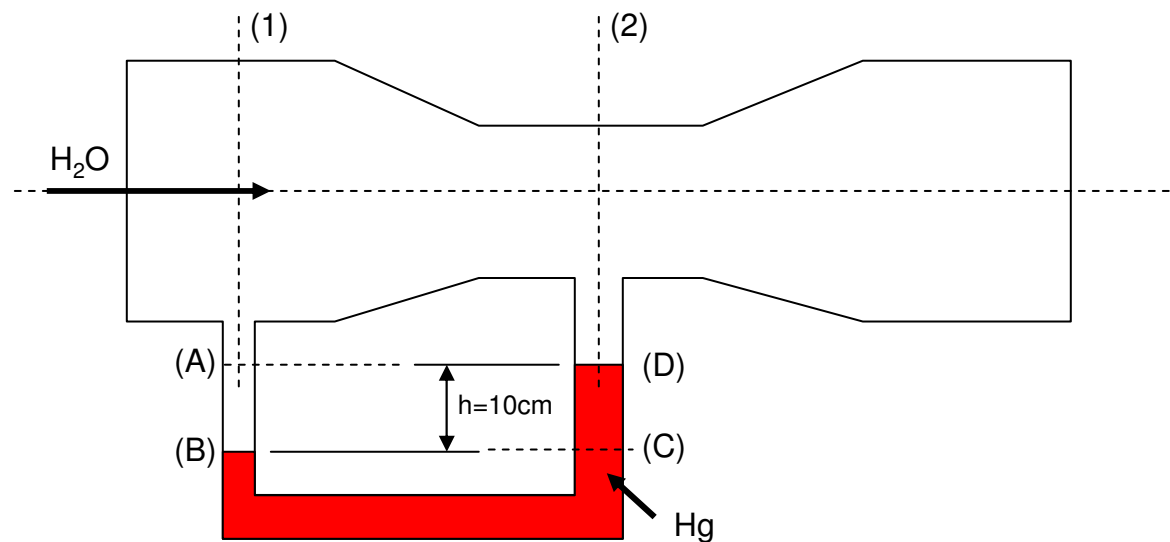
$$v_1 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5}$$

$$v_1 = \sqrt{100}$$

$$v_1 = 10\text{m/s}$$

Exercício 2

- 2) Água escoia em regime permanente através do tubo de Venturi mostrado. Considere no trecho mostrado que as perdas são desprezíveis. A área da seção (1) é 20cm^2 e a da seção (2) é 10cm^2 . Um manômetro de mercúrio é instalado entre as seções (1) e (2) e indica o desnível mostrado. Determine a vazão de água que escoia pelo tubo.



Solução do Exercício 2

Equação Manométrica

Ponto (A)

$$P_A = P_1$$

Ponto (B)

$$P_B = (\gamma_{H20} \cdot h) + P_1$$

Ponto (C)

$$P_C = P_B$$

$$P_C = (\gamma_{H20} \cdot h) + P_1$$

Ponto (D)

$$P_D = -(\gamma_{Hg} \cdot h) + (\gamma_{H20} \cdot h) + P_1$$

Diferença de pressão

$$P_2 = P_D = -(\gamma_{Hg} \cdot h) + (\gamma_{H20} \cdot h) + P_1$$

$$P_2 = -(\gamma_{Hg} \cdot h) + (\gamma_{H20} \cdot h) + P_1$$

$$h \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H20}) = P_1 - P_2$$

$$P_1 - P_2 = h \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H20}) \quad (I)$$

Solução do Exercício 2

Equação de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2$$

$$\frac{P_1}{\gamma_{H_2O}} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\gamma_{H_2O}} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma_{H_2O}} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} \quad (\text{II})$$

Substituir (I) em (II)

$$\frac{h \cdot (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})}{\gamma_{H_2O}} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g}$$

$$\frac{0,1 \cdot (136000 - 10000)}{10000} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{20}$$

$$1,26 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{20}$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 25,2 \quad (\text{III})$$

Solução do Exercício 2

Equação da Continuidade

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

$$v_1 \cdot 20 = v_2 \cdot 10$$

$$\frac{v_1 \cdot 20}{10} = v_2$$

$$v_2 = 2 \cdot v_1 \quad (\text{IV})$$

Substituir (IV) em (III)

$$25,2 = (2 \cdot v_1)^2 - v_1^2$$

$$25,2 = 4 \cdot v_1^2 - v_1^2$$

$$25,2 = 3 \cdot v_1^2$$

$$\frac{25,2}{3} = v_1^2$$

$$\sqrt{8,46} = v_1$$

$$v_1 = 2,9 \text{ m/s}$$

Cálculo da Vazão:

$$Q_v = v_1 \cdot A_1$$

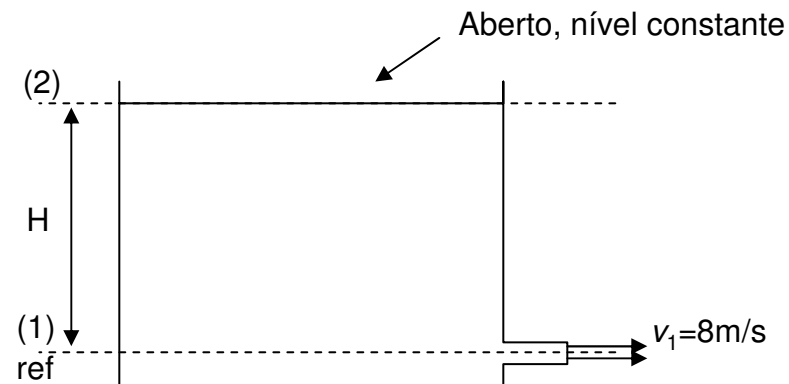
$$Q_v = 2,9 \cdot 20 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_v = 0,0058 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 5,8 \text{ litros/s}$$

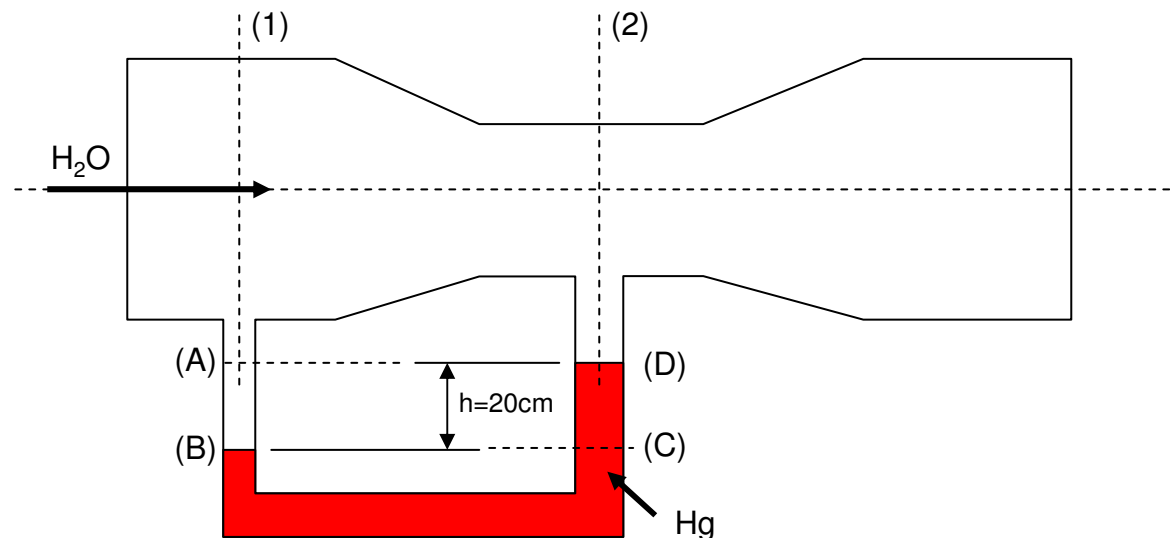
Exercícios Propostos

- 1) Determine a altura da coluna da água no reservatório de grandes dimensões mostrado na figura.
- Dados: $\rho_{\text{h}_2\text{o}} = 1000\text{kg/m}^3$ e $g = 10\text{m/s}^2$.



Exercícios Propostos

- 2) Água escoia em regime permanente através do tubo de Venturi mostrado. Considere no trecho mostrado que as perdas são desprezíveis. Sabendo-se que $A_1 = 2,5A_2$ e que $d_1 = 10\text{cm}$. Determine a vazão de água que escoia pelo tubo.



Próxima Aula

- Equação da Energia na Presença de uma Máquina.