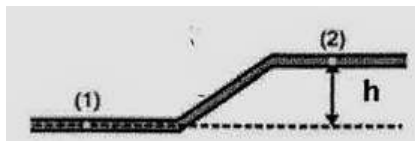


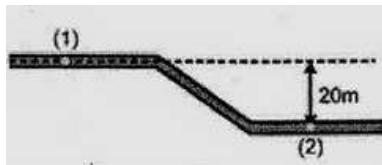
Universidade Regional do Cariri – URCA
Pró – Reitoria de Ensino de Graduação
Coordenação da Construção Civil

Exercício de Hidráulica Aplicada- Equação de Bernoulli
Professor: Renato de Oliveira Fernandes
Monitora: Silmara Larissa

1 No ponto 1 de uma instalação que passa água, a pressão é de 500 KPa, a uma velocidade de 2 m/s. No ponto 2 a pressão manométrica é 440 KPa com velocidade de 4 m/s. Determinar a altura h . Considere $g=10 \text{ m/s}^2$.



2 A velocidade de um líquido no ponto 1 é 4 m/s, encontrar a pressão manométrica do ponto 1 sabendo que a pressão manométrica do ponto 2 é $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. A área do ponto 2 é metade da área do ponto 1. Dados: $g=10 \text{ m/s}^2$



3. (1.2, Porto, 2006, p.23) O diâmetro de uma tubulação que transporta água em regime permanente, varia gradualmente de 150 mm, no ponto A, 6 m acima de um referencial, para 75 mm, no ponto B, 3 m acima do referencial. A pressão no ponto A vale 103 kN/m^2 e a velocidade média é 3,6 m/s. Desprezando as perdas de carga, determine a pressão no ponto B.

4. Um cano com diâmetro interno de 2,5 cm transporta água para o porão de uma casa a uma velocidade de 0,90 m/s com uma pressão de 170 KPa. Se o cano se estreita para 1,2 cm e sobe para o segundo piso, 7,6 m acima do ponto de entrada, pede-se:

- a)** A velocidade no segundo piso;
- b)** A pressão da água no segundo piso (considerar $g=9,81 \text{ m/s}^2$).

5. A água escoar pelo tubo, cuja seção varia do ponto 1 para o ponto 2 de 100 cm^2 para 50 cm^2 , respectivamente. No ponto 1, a pressão é de $0,5 \text{ kgf/cm}^2$ e a elevação é de 100 m, ao passo que, no ponto 2 a pressão é de $3,38 \text{ kgf/cm}^2$ e a elevação é de 70m. Desprezando as perdas de carga, calcule a vazão através do tubo.

Resolução da lista de exercícios: equação de Bernoulli

1° $P_A = 500 \text{ KPa} = 500.000 \text{ Pa}$

$h_2 = ?$

$V_A = 2 \text{ m/s}$

$P_B = 440 \text{ KPa} = 440.000 \text{ Pa}$

$V_B = 4 \text{ m/s}$

Equação de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

Com isso:

- $\frac{500.000}{10.000} + \frac{2^2}{2 \cdot 10} + 0 = \frac{440.000}{10.000} + \frac{4^2}{2 \cdot 10} + h_2$
- $50 + 0,2 = 44 + 0,8 + h_2$
- $h_2 = 50,2 - 44,8 \rightarrow h_2 = 5,4 \text{ m}$

2° $V_1 = 4 \text{ m/s}$

$P_1 = ?$

$P_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$A_2 = \frac{A_1}{2}$

Pela equação da continuidade temos que:

$Q_1 = Q_2 \quad \text{logo: } V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$

Substituindo :

- $4 \cdot A_1 = V_2 \cdot \frac{A_1}{2}$
- $8 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_1$

- $V_2 = \frac{8 \cdot A_1}{A_1}$ então: $V_2 = 8 \text{ m/s}$

Pela Eq. de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{10.000} + \frac{4^2}{20} + 0 = \frac{500.000}{10.000} + \frac{8^2}{20} - 20$$

$$\frac{P_1}{10.000} + 0,8 = 50 + 3,2 - 20$$

$$\frac{P_1}{10.000} = 33,2 - 0,8$$

$$\frac{P_1}{10.000} = 32,4$$

$$\mathbf{P_1 = 324.000 \text{ Pa (324 kPa)}}$$

$$\mathbf{3^\circ P_A = 103 \text{ KN/m}^2 = 103.000 \text{ N/m}^2}$$

$$V_A = 3,6 \text{ m/s}$$

$$D_A = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$$

$$P_B =$$

$$D_B = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$$

Pela eq. da continuidade, temos:

$$V_A \cdot A_A = V_B \cdot A_B$$

Substituindo:

- $3,6 \cdot \pi \frac{(0,15)^2}{4} = V_B \cdot \pi \frac{(0,075)^2}{4}$
- $0,064 = V_B \cdot 0,00442$
- $V_B = \frac{0,064}{0,00442} = 14,48 \text{ m/s}$

Pela equação de Bernoulli, temos:

- $\frac{103.000}{10.000} + \frac{3,6^2}{20} + 6 = \frac{P_B}{10.000} + \frac{14,48^2}{20} + 3$
- $10,3 + \frac{12,96}{20} + 6 = \frac{P_B}{10.000} + \frac{209,6704}{20} + 3$
- $10,3 + 0,648 + 6 = \frac{P_B}{10.000} + 10,48 + 3$

- $16,948 = \frac{P_B}{10.000} + 13,48$
- $16,948 - 13,48 = \frac{P_B}{10.000}$
- $3,468 = \frac{P_B}{10.000}$
- $P_B = 34680 \text{ N/m}^2 \rightarrow P_B = \mathbf{34,68 \text{ KN/m}^2 (34,68 \text{ kPa})}$

4° $D_1 = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$

$D_2 = 1,2 \text{ cm} = 0,012 \text{ m}$

$V_1 = 0,9 \text{ m/s}$

$h_2 = 7,6 \text{ m}$

$P_1 = 170 \text{ KPa} = 170.000 \text{ Pa}$

a) Pela eq. da continuidade:

$$Q_1 = Q_2$$

$$V_1 * A_1 = V_2 * A_2$$

- $0,9 * \pi * \frac{0,025^2}{4} = V_2 * \pi * \frac{0,012^2}{4}$
- $0,0004418 = V_2 * 0,0001131$
- $V_2 = \frac{0,0004418}{0,0001131}$ logo: $V_2 = \mathbf{3,91 \text{ m/s}}$

b) Por Bernoulli:

- $\frac{170.000}{10.000} + \frac{0,9^2}{19,62} + 0 = \frac{P_2}{10.000} + \frac{3,91^2}{19,62} + 7,6$
- $17 + 0,0413 = \frac{P_2}{10.000} + 0,77921 + 7,6$
- $17,0413 = \frac{P_2}{10.000} + 8,3792$
- $17,0413 - 8,3792 = \frac{P_2}{10.000}$
- $8,66192 = \frac{P_2}{10.000}$
- $P_2 = 86,6192 \times 10^3 \text{ Pa}$ ou $P_2 = \mathbf{86,62 \text{ KPa}}$

5° $A_1 = 100 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$

$A_2 = 50 \text{ cm}^2 = 0,005 \text{ m}^2$

$P_1 = 0,5 \text{ Kgf/cm}^2 = 49.033,2 \text{ Pa}$ ou N/m^2

$P_2 = 3,38 \text{ Kgf/cm}^2 = 331.464,8 \text{ Pa}$

Pela eq. da continuidade: $V_1 * A_1 = V_2 * A_2$ logo:

- $V_1 * 0,01 = V_2 * 0,005$
- $V_1 = \frac{0,005 * V_2}{0,01} \Rightarrow V_1 = 0,5 V_2$ (1)

Pela equação de Bernoulli, substituindo de acordo com o resultado de V_1 encontrado e mostrado na equação 1:

- $\frac{49.033,2}{10.000} + \frac{V_1^2}{19,62} + 100 = \frac{331.464,8}{10.000} + \frac{V_2^2}{19,62} + 70$
- $4,903322 + 100 + \frac{V_1^2}{19,62} = 33,14648 + \frac{V_2^2}{19,62} + 70$
- $104,90332 + \frac{(0,5V_2)^2}{19,62} = 103,14648 + \frac{V_2^2}{19,62}$
- $104,90332 - 103,14648 = \frac{V_2^2}{19,62} - \frac{0,25 V_2^2}{19,62}$
- $1,75684 = \frac{V_2^2 - 0,25 V_2^2}{19,62}$
- $V_2^2 - 0,25 V_2^2 = 34,47$
- $0,75 V_2^2 = 34,47$
- $V_2^2 = \frac{34,47}{0,75} \Rightarrow V_2^2 = 45,96$
- $V_2 = \sqrt{45,96} \Rightarrow V_2 = 6,78 \text{ m/s}$

Substituindo na equação 1:

- $V_1 = 0,5 * 6,78$
- $V_1 = 3,39 \text{ m/s}$

Logo:

- $Q = V_1 * A_1$
- $Q = 3,39 * 0,01$
- **$Q = 0,0339 \text{ m}^3/\text{s}$**