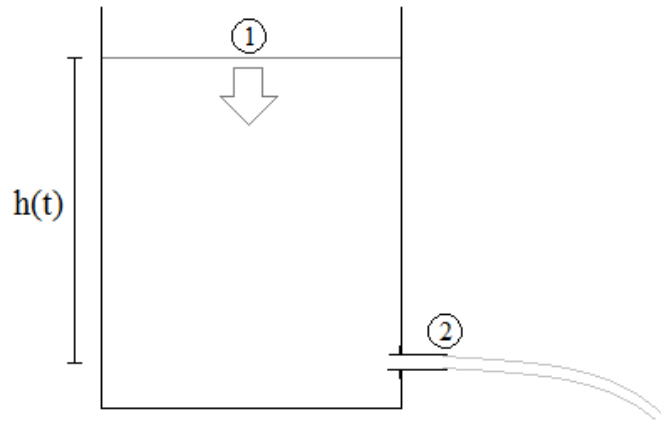


FENÔMENOS DE TRANSPORTE EXPERIMENTAL I

ESVAZIAMENTO DE TANQUE

Considere um tanque de armazenamento de água sendo esvaziado por um bocal localizado próximo à sua base:



A partir de balanços de massa e energia entre a superfície do tanque (1) e saída do bocal (2), podemos estimar o nível do tanque para diferentes valores de tempo a partir do início do esvaziamento.

Considerando que a densidade do fluido se mantém constante durante o esvaziamento, o balanço de massa gera a seguinte equação:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (1)$$

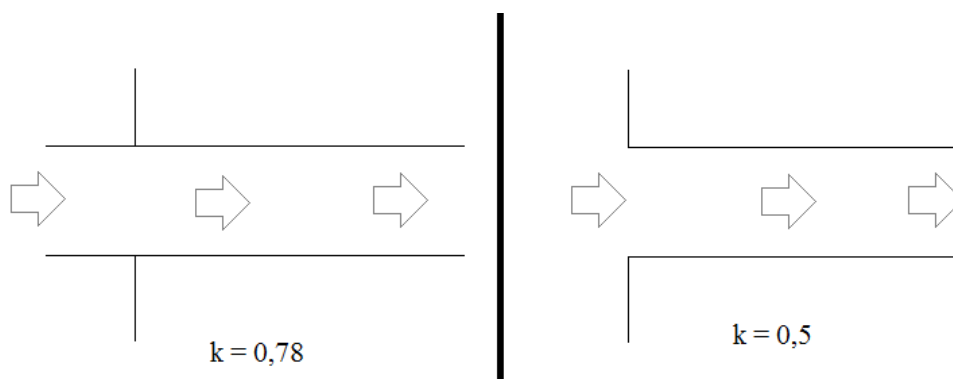
Balanço de energia entre (1) e (2):

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + (z_2 - z_1) + \frac{h_l}{g} = 0 \quad (2)$$

Onde h_l é a perda de carga associada ao escoamento devido à passagem do fluido no bocal. Esta perda de carga pode ser calculada pela equação (3):

$$h_l = k \frac{V_2^2}{2} \quad (3)$$

Sendo k um parâmetro que depende do bocal.



O nível do tanque e a saída do bocal estão em pressão atmosférica. Além disso, apesar de V_1 não ser igual à zero, pode ser considerada muito menor do que V_2 , e por esse motivo, desprezada do balanço de energia. Definindo $z_1 - z_2 = h(t)$ e substituindo a equação (3) em (2), temos:

$$\frac{V_2^2}{2g}(1+k) - h(t) = 0 \quad (4)$$

Isolando o V_2 e substituindo em (1):

$$V_1 A_1 = A_2 \cdot \sqrt{\frac{2g}{1+k}} \cdot \sqrt{h(t)} \quad (5)$$

Onde:

$$V_1 = -\frac{dh(t)}{dt} \quad (6)$$

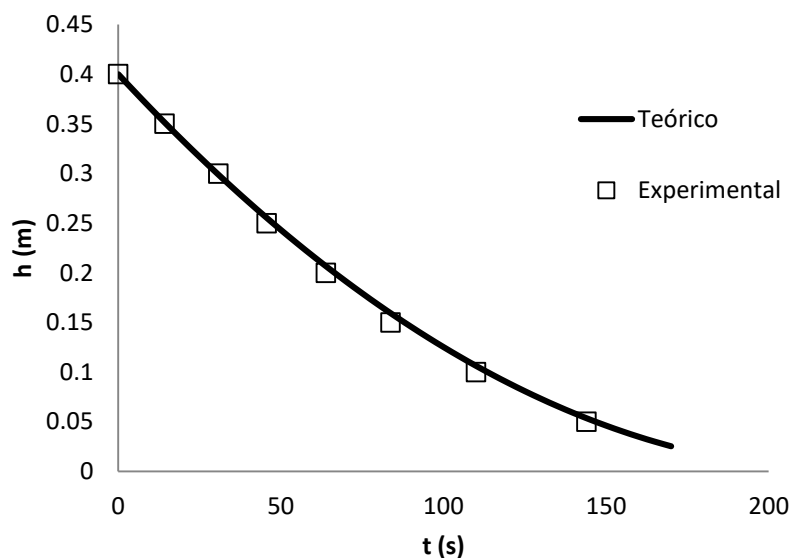
Logo, para obter o valor de h em função do tempo, podemos resolver o seguinte PVI:

$$\frac{dh(t)}{dt} = -\left(\frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot \sqrt{\frac{2g}{1+k}}\right) \sqrt{h(t)} \quad h(0) = h_0 \quad (7)$$

Objetivo da prática: Comparar os dados experimentais de $h(t)$ por tempo de esvaziamento com os preditos pela equação (7) para diferentes bocais.

Procedimento experimental: Medir o tempo a cada 5 cm de redução de nível a partir de h_0 . A última medida será feita quando $h(t) = 5$ cm.

Resultados esperados:



ESVAZIAMENTO DE TANQUE

Temperatura ambiente:

Bocal 1: 4 mm de
diâmetro

| $h(m)$ | $t(s)$ | $t(s)$ | $t(s)$ |
|--------|--------|--------|--------|
| 40 | | | |
| 35 | | | |
| 30 | | | |
| 25 | | | |
| 20 | | | |
| 15 | | | |
| 10 | | | |
| 5 | | | |

Bocal 2: 7 mm de
diâmetro

| $h(m)$ | $t(s)$ | $t(s)$ | $t(s)$ |
|--------|--------|--------|--------|
| 40 | | | |
| 35 | | | |
| 30 | | | |
| 25 | | | |
| 20 | | | |
| 15 | | | |
| 10 | | | |
| 5 | | | |

Bocal 3: 10 mm de
diâmetro

| $h(m)$ | $t(s)$ | $t(s)$ | $t(s)$ |
|--------|--------|--------|--------|
| 40 | | | |
| 35 | | | |
| 30 | | | |
| 25 | | | |
| 20 | | | |
| 15 | | | |
| 10 | | | |
| 5 | | | |

Sem bocal: 21 mm de
diâmetro

| $h(m)$ | $t(s)$ | $t(s)$ | $t(s)$ |
|--------|--------|--------|--------|
| 40 | | | |
| 35 | | | |
| 30 | | | |
| 25 | | | |
| 20 | | | |
| 15 | | | |
| 10 | | | |
| 5 | | | |