

PQI 3203 - EXERCÍCIOS

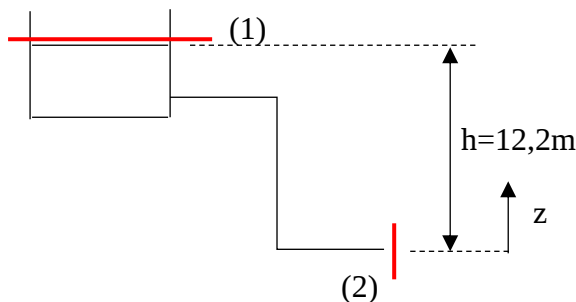
LISTA 3 – EXERCÍCIO 2

(2) Água a 43°C é descarregada da base de um tanque aberto a atmosfera cujo nível é mantido constante. Em seguida, a água escoar através de um tubo em aço carbono, de 2" Sch 40. A saída do tubo é atmosférica e está a 12,2 m abaixo do nível de líquido no tanque. O comprimento total da tubulação, incluindo-se o do trecho reto e os comprimentos equivalentes das singularidades, é de 45,11 m.

Determinar a vazão de escoamento. (Exemplo 14-2 do livro-texto).

Resposta: $\phi = 7,9 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

SOLUÇÃO:



Tubo: 2"Sch40 – Dint=5,25cm

Tubo de aço comercial: rugosidade = 0,045mm

Comprimento total da tubulação: 45,11m (incluindo o comprimento equivalente das singularidades presentes).

Aplicando-se a eq de Bernoulli no VC determinado entre as superfícies (1) e (2):

$$\frac{\Delta v_b^2}{2} + g\Delta z + \frac{\Delta p}{\rho} + \eta_p W_s + l_{wf} = 0$$

$$\frac{\Delta v_b^2}{2}$$

-vb1=0 (tanque grande)

-vb2=? (a incógnita a ser determinada)

$$g\Delta z$$

-z1= 0

-z2=12,2m

O plano de referência para determinação das cotas corresponde ao ponto de descarga.

$$\frac{\Delta p}{\rho}$$

-p1=0

-p2=0

O tanque e o ponto de descarga estão abertos à atmosfera.

$\eta_p W_{s=0}$ (sem bomba)

$$l w f_{\text{tubos}} = \frac{2 f L v_b^2}{D}$$

$L=12,2\text{m}$

$D=5,25 \times 10^{-2}\text{m}$

Para o fator de atrito f :

-rugosidade relativa: $e/D = 0,0045\text{cm}/5,25\text{cm} = 0,0009$

-número de Reynolds:

$$Re = \frac{D v_b \rho}{\mu} = \frac{5,25 \times 10^{-2} 1000 v_b}{1 \times 10^{-3}} = 52500 v_b \quad (\text{eq A})$$

A equação de Bernoulli simplificada então é:

$$\frac{v_b^2}{2} + 9,8(0 - 12,2) + \frac{2 f \times 45,11 \times v_b^2}{5,25 \times 10^{-2}} = 0$$

$$\frac{v_b^2}{2} - 119,56 + 1718,48 f v_b^2 = 0 \quad (\text{eq B})$$

Procedimento:

- 1)Adotar f na região independente de Re (f constante com Re)
- 2)Estimar v_b pela equação B
- 3)Calcular Re pela eq A.
- 4)Determinar f com Re e e/D no diagrama de Moody.
- 5)Estimar v_b com o novo f , pela eq B.
- 6)Comparar as duas últimas velocidades estimadas.
- 7)Proceder com a rotina até convergência.

f	v_b	Re
0,005	3,63	$1,9 \times 10^5$
0,0051	3,59	$1,9 \times 10^5$
0,0051	3,59	

Convergiu! $v_b=3,59\text{m/s}$.

Vazão de escoamento:

$$\dot{q} = v_b A = 3,59 \times \frac{\pi(5,25 \times 10^{-2})^2}{4} = 0,0078 \text{ m}^3/\text{s}$$