

PQI 3203 - EXERCÍCIOS

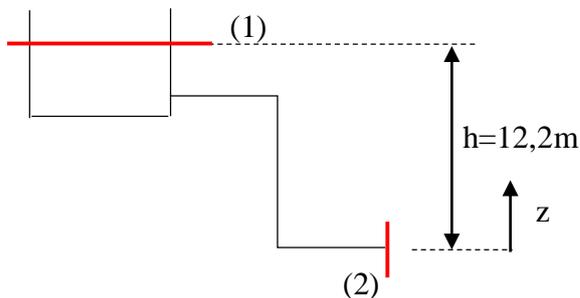
LISTA 3 – EXERCÍCIO 2

(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):

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

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

-v_{b1}=0 (tanque grande, NÍVEL CONSTANTE)

-v_{b2}=? (a incógnita a ser determinada)

$$g\Delta z$$

-z₁= 12,2m

-z₂=0m

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

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

ρ

-p₁=0

-p₂=0

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

$\eta_p W_s = 0$ (sem bomba)

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

$L = 45,11 \text{ m}$

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

Para o fator de atrito f :

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

-número de Reynolds:

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

A equação de Bernoulli simplificada então é:

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

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

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:

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

LINKS

Tubos de aço carbono (com e sem costura)

Diâmetro Nominal (Pol.)	Externo (mm)	Interno (mm)	Espessura de Parede (mm)	Peso (kg/m)	Denominação	Schedule No.
1/4"	13.72	9.24	2.24	0.63	STD	40
		7.68	3.02	0.8	XS	80
3/8"	17.1	12.53	2.31	0.85	STD	40
		10.75	3.2	1.1	XS	80
1/2"	21.34	15.8	2.77	1.26	STD	40
		14.16	3.73	1.62	XS	80
		11.78	4.78	1.95	-	160
		6.4	7.47	2.54	XXS	-
3/4"	26.67	20.93	2.87	1.68	STD	40
		18.85	3.91	2.19	XS	80
		15.55	5.56	2.89	-	160
		11.03	7.82	3.63	XXS	-
1"	33.4	26.64	3.38	2.5	STD	40
		24.3	4.55	3.23	XS	80
		20.68	6.36	4.23	-	160
		15.22	9.09	5.45	XXS	-
1.1/4"	42.17	35.04	3.56	3.38	STD	40
		32.46	4.85	4.46	XS	80
		29.46	6.35	5.6	-	160
		22.76	9.7	7.75	XXS	-
1.1/2"	48.26	40.9	3.68	4.05	STD	40
		38.1	5.08	5.4	XS	80
		33.98	7.14	7.23	-	160
		27.94	10.16	9.54	XXS	-
2"	60.32	52.5	3.91	5.43	STD	40
		49.24	5.54	7.47	XS	80
		42.84	8.74	11.1	-	160
		38.18	11.07	13.41	XXS	-
2.1/2"	73.03	62.71	5.16	8.62	STD	40
		59.01	7.01	11.4	XS	80
		53.99	9.52	14.9	-	160
		44.99	14.02	20.37	XXS	-
3"	88.9	77.92	5.49	11.28	STD	40
		73.66	7.62	15.25	XS	80
		66.64	11.13	21.31	-	160
		58.42	15.24	27.65	XXS	-
3.1/2"	101.6	90.12	5.74	13.56	STD	40
		85.44	8.08	18.6	XS	80
		102.26	6.02	16.06	STD	40
4"	114.3	97.18	8.56	22.29	XS	80
		92.04	11.13	28.27	-	120
		87.32	13.49	33.49	-	160
		80.06	17.12	40.98	XXS	-
		128.3	6.55	21.75	STD	40
5"	141.3	122.26	9.52	30.92	XS	80
		115.9	12.7	40.25	-	120
		109.54	15.88	49.01	-	160
		103.2	19.05	57.36	XXS	-

Equivalent Roughness for New Pipes [from Moody and Colebrook]

Pipe	Equivalent Roughness (mm)
Riveted steel	0,9 – 9,0
Concrete	0,3 – 3,0
Wood Stave	0,18 – 0,9
Cast iron	0,26
Galvanized iron	0,15
Commercial steel	0,045
Wrought iron	0,045
Drawn tubing	0,0015
Plastic	0 (smooth)
Glass	0 (smooth)

