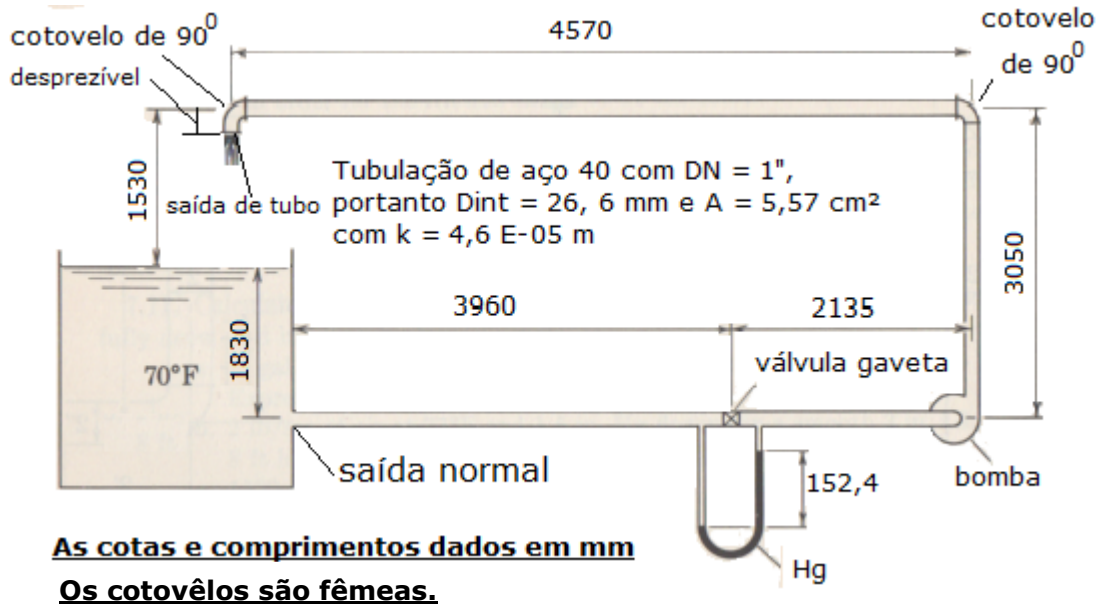


Prova sem consulta – 80 minutos

1ª Questão: Calcule a carga manométrica total da bomba para o arranjo mostrado, onde a água escoou com uma vazão de 3,2 L/s. (valor 1,5)



**Dados adicionais:**

DIÂMETRO NOMINAL	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
	0,23	0,35	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82	3,76	4,70	5,64
	0,22	0,33	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33	1,78	2,23	2,68			

DIÂMETRO NOMINAL	SAÍDAS DE TUBULAÇÃO	SAÍDA NORMAL DE RESERV.	SAÍDA COM BORDA DE RESERV.
1/2	0,4	0,2	0,4
3/4	0,5	0,2	0,5
1	0,7	0,3	0,7
1 1/4	0,9	0,4	0,9
1 1/2	1,0	0,5	1,0
2	1,5	0,7	1,5

$$t_C = \frac{100}{180} \times (t_F - 32);$$

$$\rho_{\text{água}} = 1000 - 0,01788 \times |t_C - 4|^{1,7}; \rho_{\text{vapor}} \cong 0,0238 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} (\text{abs});$$

$$1 \text{ kgf} \cong 9,8 \text{ N}; \rho_{\text{Hg}_{70^{\circ}\text{F}}} = 13543 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; p_{\text{atm}} = 700 \text{ mmHg (barométrica)};$$

$$\ln \frac{\mu}{\mu_0} = -1,704 - 5,306 \times z + 7,003 \times z^2 \rightarrow z = \frac{273K}{t_K} \rightarrow \mu_0 = 1,788 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}} \text{ (ou Pa} \times \text{s)}$$

$$f = 8 \times \left\{ \left( \frac{8}{\text{Re}} \right)^{12} + \left[ \frac{1}{(A+B)^{3/2}} \right] \right\}^{1/12}; A = \left\{ -2,457 \times \ln \left[ \left( \frac{7}{\text{Re}} \right)^{0,9} + \frac{0,27 \times K}{D} \right] \right\}^{16};$$

$$B = \left( \frac{37530}{\text{Re}} \right)^{16}; K_{\text{aço}} = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Para a vazão de 3,2 L/s, pela fórmula de Churchill temos  $f \cong 0,0240$ .

FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Água:		
- serviços gerais	0,9 a 2,5	aço
- rede industrial	0,9 a 2,2	aço
Bombas:		
- linha de sucção	0,9 a 2,2	aço
- linha de recalque	2,1 a 3,0	aço
Ácido clorídrico	1,5	rev. de borracha
Ácido sulfúrico 88 a 98%	1,2	Fº Fº
Amoníaco	1,8	aço
Benzeno	1,8	aço
Cloro	1,5	aço
FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Clorofórmio	1,8	cobre e aço
Hidróxido de sódio		
- solução até 30%	1,8	aço
- solução de 30 a 50%	1,5	aço
- solução de 50 a 73%	1,2	aço
Óleo lubrificante	1,8	aço
Óleo combustível	1,8	aço
Salmoura (CaCl <sub>2</sub> )	1,2	aço
Tetracloro de Carbono	1,8	aço
Tricloro etileno	1,8	aço

Tabela 7.1

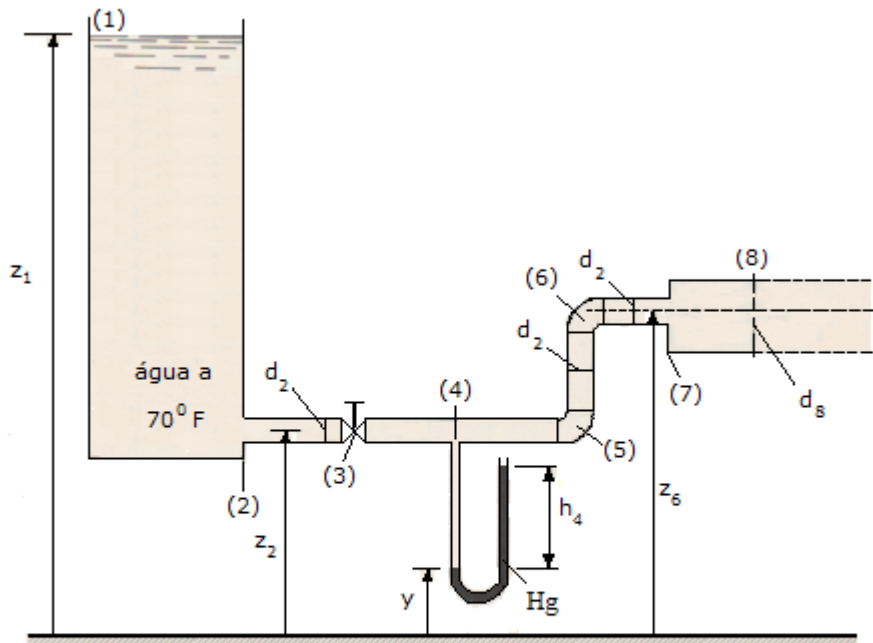
2ª Questão: Para a instalação da primeira questão verifique a existência, ou não do fenômeno de cavitação na entrada da bomba (supercavitação). (valor 1,0)

3ª Questão: Analise a instalação hidráulica referente às duas primeiras questões em relação ao diâmetro utilizado e ao posicionamento da bomba e se necessário proponha alteração(ões) que deve(m) ser justificada(s) adequadamente. (valor 0,5)

4ª Questão: Para a instalação esquematizada a seguir, onde a perda distribuída de 1 a 4 é igual a 0,72 m e a perda distribuída de 4 a 8 é igual a 0,82 m, sabendo que

$$K_{S2} = 0,5; K_{S3} = 10; K_{S5} = K_{S6} = 1,2; K_{S7} = \frac{4}{9} \times \left(1 - \frac{A_8}{A_6}\right)^2, \quad \text{pede-se}$$

determinar a vazão do escoamento e a pressão na seção 8. (valor 2,0)



$$z_1 = 16,1 \text{ m} \quad h_4 = 0,5 \text{ m}$$

$$z_2 = 1,6 \text{ m} \quad d_2 = 3'' \text{ com } D_{int} = 77,9 \text{ mm e } A = 47,7 \text{ cm}^2$$

$$y = 0,4 \text{ m} \quad d_8 = 5'' \text{ com } D_{int} = 128,3 \text{ mm e } A = 129,3 \text{ cm}^2$$

$$z_6 = 2,75 \text{ m}$$

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura.  (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm)  (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm <sup>2</sup> )	Área da seção de metal (cm <sup>2</sup> )	Superfície externa (m <sup>2</sup> /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm <sup>4</sup> )	Momento resistente (cm <sup>3</sup> )	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
¼ -- 13,7	10S	1,65	10,4	0,85	0,62	0,043	0,49	0,085	0,116	0,169	0,430
	Std. 40, 40S	2,23	9,2	0,67	0,81		0,62	0,067	0,138	0,202	0,413
	XS, 80, 80S	3,02	7,7	0,46	1,01		0,79	0,046	0,157	0,229	0,393
1/8 -- 17,1	10S	1,65	13,8	1,50	0,81	0,054	0,63	0,150	0,236	0,285	0,551
	Std. 40, 40S	2,31	12,5	1,23	1,08		0,84	0,123	0,304	0,354	0,531
	XS, 80, 80S	3,20	10,7	0,91	1,40		1,10	0,090	0,359	0,419	0,506
½ -- 21	Std. 40, 40S	2,77	15,8	1,96	1,61	0,071	0,42	0,20	0,71	0,67	0,66
	XS, 80, 80S	3,73	13,8	1,51	2,06		1,62	0,15	0,84	0,78	0,64
	160	4,75	11,8	1,10	2,47		1,94	0,11	0,92	0,86	0,61
	XXS	7,47	6,4	0,32	3,52		2,55	0,03	1,01	0,95	0,56
¾ -- 27	Std. 40, 40S	2,87	20,9	3,44	2,15	0,083	1,68	0,34	1,54	1,16	0,85
	XS, 80, 80S	3,91	18,8	2,79	2,80		2,19	0,28	1,86	1,40	0,82
	160	5,54	15,6	1,91	3,68		2,88	0,19	2,19	1,65	0,77
	XXS	7,82	11,0	0,95	4,63		3,63	0,10	2,41	1,81	0,72
1 -- 33	Std. 40, 40S	3,37	26,6	5,57	3,19	0,105	2,50	0,56	2,64	2,18	1,07
	XS, 80, 80S	4,55	24,3	4,64	4,12		3,23	0,46	4,40	2,63	1,03
	160	6,35	20,7	3,37	5,39		4,23	0,34	5,21	3,12	0,98
	XXS	9,09	15,2	1,82	6,94		5,44	0,18	5,85	3,50	0,92
1¼ -- 42	Std. 40, 40S	3,56	35	9,65	4,32	0,132	3,38	0,96	8,11	3,85	1,37
	XS, 80, 80S	4,85	32,5	8,28	5,68		4,46	0,83	10,06	4,77	1,33
	160	6,35	29,4	6,82	7,14		5,60	0,68	11,82	5,61	1,29
	XXS	9,70	22,7	4,07	9,90		7,76	0,41	14,19	6,74	1,20
1½ -- 48	Std. 40, 40S	3,68	40,8	13,1	5,15	0,151	4,04	1,31	12,90	5,34	1,58
	XS, 80, 80S	5,08	38,1	11,4	6,89		5,40	1,14	16,27	6,75	1,54
	160	7,14	33,9	9,07	9,22		7,23	0,91	20,10	8,33	1,48
	XXS	10,16	27,9	6,13	12,2		9,53	0,61	23,64	9,80	1,39
2 -- 60	Std. 40, 40S	3,91	52,5	21,7	6,93	0,196	5,44	2,17	27,72	9,20	2,00
	XS, 80, 80S	5,54	49,2	19,0	9,53		7,47	1,90	36,13	11,98	1,95
	160	8,71	42,9	14,4	14,1		11,08	1,44	48,41	16,05	1,85
	XXS	11,07	38,2	11,4	17,1		13,44	1,14	54,61	18,10	1,79
2½ -- 73	Std. 40, 40S	5,16	62,7	30,9	11,0	0,235	8,62	3,09	63,68	17,44	2,41
	XS, 80, 80S	7,01	59,0	27,3	14,5		11,40	2,73	80,12	21,95	2,35
	160	9,52	54,0	22,9	19,0		14,89	2,29	97,94	26,83	2,27
	XXS	14,0	44,9	15,9	26,0		20,39	1,59	119,5	32,75	2,14
3 -- 89	10S	3,05	82,8	53,9	8,22	0,282	6,44	5,39	75,84	17,06	3,04
	Std. 40, 40S	5,48	77,9	47,7	14,4		11,28	4,77	125,70	28,26	2,96
	XS, 80, 80S	7,62	73,6	42,6	19,5		15,25	4,26	162,33	36,48	2,89
	160	11,1	66,7	34,9	27,2		21,31	3,49	209,36	47,14	2,78
XXS	15,2	58,4	26,8	35,3	27,65	2,68	249,32	56,22	2,66		