

1ª Questão (valor 2,0) - Óleo combustível (densidade = $0,9 \text{ g/cm}^3$) vai ser bombeado entre dois tanques idênticos A e B ventilados para a atmosfera. Os tanques estão na mesma cota e o óleo combustível deverá escoar de A para B por uma tubulação horizontal e reta com 600 m de comprimento e de um único diâmetro que deve ser dimensionado para uma vazão de projeto mínima de $33 \text{ m}^3/\text{h}$. Inicialmente a tubulação está cheia de óleo combustível, sendo de 18 m o nível do óleo em A e de 2m em B. A bomba succiona o óleo combustível na base de A e o descarrega na base de B. Pede-se selecionar a bomba de 1750 rpm especificando aproximadamente o seu ponto de trabalho.

Dados:

1. na tubulação antes da bomba, considere as seguintes singularidades:
 - a. saída de reservatório = entrada normal;
 - b. válvula gaveta;
 - c. redução excêntrica;

2. na tubulação depois da bomba, considere as seguintes singularidades:
 - a. saída de canalização;
 - b. válvula de retenção horizontal;
 - c. válvula globo.

2ª Questão (valor 2,0) - Julgue os itens a seguir, referentes aos princípios de bombeamento de fluidos.

1. Suponha que exista um lençol de água subterrânea, a 20m de profundidade, do qual se deseje trazer água até a superfície da Terra. Nessa situação, é possível fazê-lo, usando uma bomba de sucção colocada no nível da superfície da Terra.
2. Suponha que, em uma certa instalação, a curva do sistema e a curva da bomba possam ser aproximadas, respectivamente, pelas seguintes equações: $H_S = 0,0013Q^2 + 0,0029Q + 49,6$ e $H_B = -0,0012Q^2 + 0,0205Q + 58$, nas quais H_S representa a carga necessária em “m”, H_B a carga manométrica em “m e Q representa a vazão em “m³/h”. Dessa forma, na condição de operação, a vazão será de 52 m³/h.
3. O valor do fator de perda de carga distribuída (ou de atrito) para o escoamento laminar depende do material do tubo, ou seja, depende de sua rugosidade.
4. Suponha que, no levantamento de dados para a determinação da curva de operação de uma bomba, determinou-se que a potência elétrica consumida pelo seu motor era de 20.000 W, quando a vazão bombeada de um fluido incompressível era de 0,1 m³/s e as pressões manométricas na aspiração e na descarga eram, respectivamente, iguais a -50.000 Pa e 100.000 Pa. Nessas condições, a eficiência global da bomba é de 75%.
5. Em um local onde a pressão barométrica é 690 mmHg é possível instalar uma bomba centrífuga até 10 m acima do nível d'água.

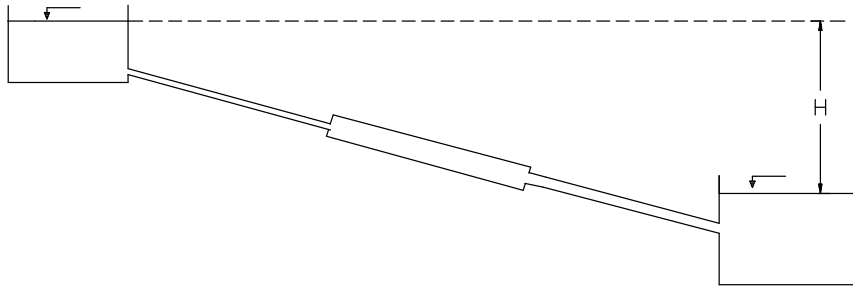
3ª Questão (valor 2,0) - Uma bomba deve transportar água a 42°C com uma vazão de 39,9 m³/h de um tanque aberto para a atmosfera, situado 9,5 m acima do eixo da bomba a partir de um tanque de sucção, também aberto para a atmosfera e situado a 2 m acima do eixo da bomba. O tubo de sucção é de aço 40, diâmetro nominal de 4" e tem 10 m de comprimento geométrico. O recalque também de aço 40 com diâmetro nominal de 3", tem 46m de comprimento. Há um cotovelo na secção de sucção e dois na secção de recalque, havendo ainda outras singularidades que estão mencionadas na tabela abaixo. Determine a potência útil bomba.

Dados: pressão atmosférica igual a 690 mmHg e $Q = 39,9 \text{ m}^3/\text{h}$.

Singularidade	Trecho	Leq (m)
Saída de reservatório	sucção	
Cotovelo de 90 ⁰	sucção	
Entrada de reservatório	recalque	
Tê	recalque	
Cotovelo de 90 ⁰	recalque	
Válvula globo	recalque	
Válvula de retenção com portinhola	recalque	

4ª Questão (valor 2,0) - Três tubulações de 12 anos de ferro fundido formam a tubulação mista da figura abaixo. Tem a primeira DN = 300 e comprimento de 360m; a segunda, DN = 600 e comprimento de 600 metros; e a terceira, DN = 450 com comprimento de 450 metros. Determinar a perda de carga, excluídas as perdas localizadas, para o escoamento d'água a 15⁰C a vazão de 126 L/s.

Importante: considere para o tubo de ferro fundido novo $k = 2,59 * 10^{-4}$ m



Para um D_N dado, o diâmetro externo de um tubo é idêntico, qualquer que seja a classe de espessura. Para tubos DN 100 até DN 300 classe K7 considera-se: $e = 4,75 + 0,003 DN$, onde “e” é a espessura em mm da parede do tubo e para os tubos acima do DN 300 adota-se a espessura igual a 6 mm.

Tubo Cilíndrico		
DN	Comprimento	Diâmetro
	Máximo	Externo
	L	DE
	m	mm
80	5,8	98
100	5,8	118
150	5,8	170
200	5,8	222
250	5,8	274
300	5,8	326
350	5,8	378
400	5,8	429
450	5,8	480
500	5,8	532
600	5,8	635

5ª Questão (valor 2,0) – A instalação empregada no teste de uma bomba centrífuga com rotação nominal de 1750 rpm é esquematizada abaixo. O líquido é a água a 27°C e os diâmetros antes e depois da bomba são de aço 40 com diâmetro nominal de 6". Os dados medidos durante o teste são apresentados na tabela. O motor é trifásico, alimentado com 380V, tem um fator de potência 0,875 e um rendimento constante de 90%. Considere: $N_m = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \rightarrow \cos \varphi = \text{fator de potência}$

Vazão (L/s)	Pressão manométrica na entrada da bomba (kPa)	Pressão manométrica na saída da bomba (psi)	Rotação (rpm)	Corrente do motor (A)
0	4,5	53,3	1753	18,0
31,6	1,7	48,3	1734	26,2
50,5	-2,4	42,3	1742	31,0
63,1	-6,4	36,9	1735	33,9
69,4	-8,6	33,0	1729	35,2
75,7	-11,2	27,8	1746	36,3
88,3	-16,7	15,3	1732	38,0
94,6	-19,9	7,3	1734	39,0

Pede-se calcular para vazão de 69,4 L/s a carga manométrica para a rotação de 1750 rpm e a potência útil do motor elétrico.

