

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.

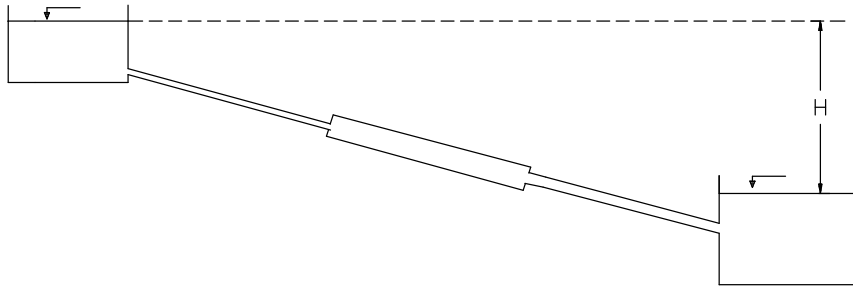
3ª Questão (valor 2,0) - Uma bomba deve transportar água a 42°C com uma vazão de 39,9 m³/h de um tanque aberto para a atmosfera, situado 9,5 m acima do eixo da bomba a partir de um tanque de sucção, também aberto para a atmosfera e situado a 2 m acima do eixo da bomba. O tubo de sucção é de aço 40, diâmetro 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 Máximo | Diâmetro 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.

