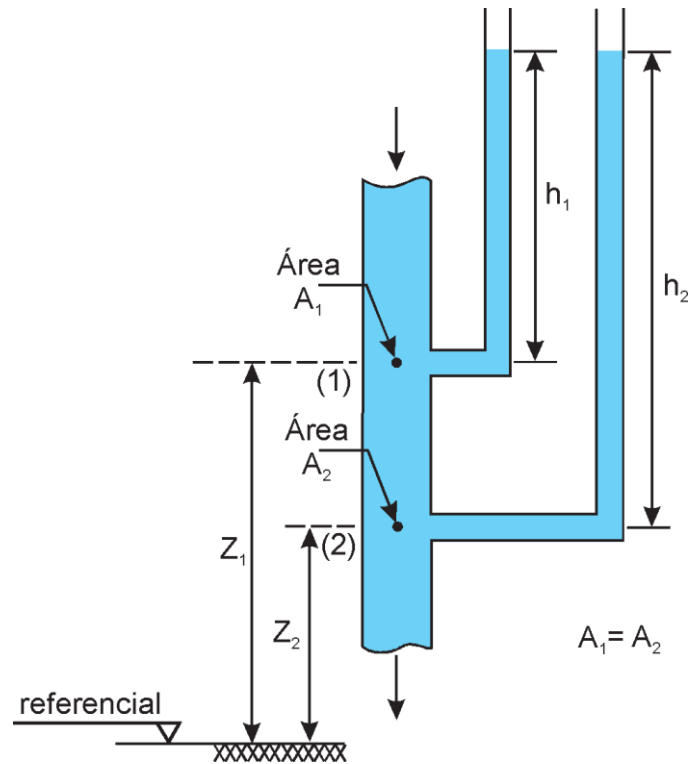


Nome: _____ Número: _____

1ª Questão: O esquema da figura mostra uma tubulação vertical com diâmetro constante, por onde escoava um líquido para baixo, e a ela estão conectados dois piezômetros com suas respectivas leituras, desprezando-se as perdas.



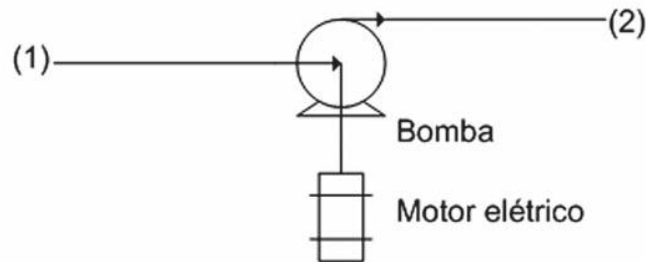
Escoamento de líquido para baixo em tubulação vertical

A esse respeito, considere as afirmações a seguir.

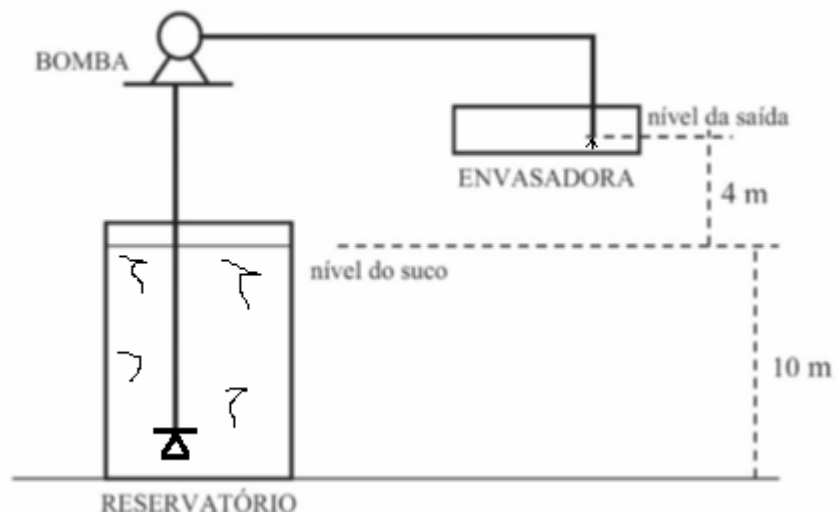
- I - A energia cinética é a mesma nos pontos (1) e (2).
- II - A pressão estática no ponto (1) é menor do que no ponto (2).
- III - A energia total no ponto (1) é menor do que no ponto (2).
- IV - A energia cinética e a pressão estática no ponto (1) são menores do que no ponto (2).
- V - A energia cinética e a pressão estática no ponto (1) são maiores do que no ponto (2).

Quais das afirmações anteriores são corretas? Justifique. (**valor – 1,0**)

2ª Questão: Uma bomba de água é movida por um motor elétrico de 18 kW, cuja eficiência é de 90%. A vazão é de 40 litros por segundo. O diâmetro na tubulação é constante, a diferença das cotas entre os pontos (1) e (2) é desprezível e a perda de carga entre esses pontos corresponde a 5 m. As pressões manométricas na entrada (1) e na saída (2) são, respectivamente, de 150 kPa e 400 kPa. Considerando o peso específico da água $\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$ e a aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, calcule a eficiência (rendimento) da bomba. (**valor – 1,5**)



3ª Questão: Uma indústria que fabrica suco de uva efetua a mistura dos ingredientes em um tanque, ocorrendo posteriormente um processo de filtração. Em seguida, o suco é armazenado em um reservatório, sendo então enviado até o equipamento de envase, que fica no pavimento superior, por meio de uma bomba de recalque, conforme mostra a figura a seguir. O reservatório é aberto e apresenta grandes dimensões. A tubulação de recalque tem diâmetro de 1,95 cm, com área de seção transversal igual a $0,0003 \text{ m}^2$.



1. Considerando que o suco possua viscosidade desprezível e que a aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, qual deve ser a altura manométrica da bomba para que seja obtida uma vazão de envase de 3 L/s ? (**valor – 0,5**)
2. Considerando que o suco possua viscosidade **não** desprezível que resulta uma perda de carga aproximadamente igual a 30% da carga manométrica da bomba, que na saída o escoamento é turbulento e que a aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, qual deve ser a altura

manométrica da bomba para que seja obtida a mesma vazão de envase de 3 L/s? (**valor – 0,5**)

3. Considerando que a resposta do item 2 foi obtida para uma rotação de 3500 rpm do conjunto motor bomba, qual seria a vazão de escoamento e a carga manométrica quando a rotação fosse reduzida de 20% através de um inversor de frequência? (**valor – 0,5**)

4ª Questão: Água é transferida de um reservatório para outro, cujo nível de referência encontra-se 30 m acima do primeiro. Essa transferência é efetuada através de uma tubulação com diâmetro interno igual a 0,254 m e comprimento total de 450 m. Ambos os reservatórios encontram-se sob pressão atmosférica. Como o número de conexões é pequeno, a perda de carga localizada (em virtude dessas conexões) pode ser atribuída somente a uma válvula globo (posicionada no recalque da bomba centrífuga) utilizada para regular a vazão transferida entre os reservatórios. A equação de Bernoulli, modificada para fluidos reais, aplicada entre dois pontos localizados nas superfícies dos reservatórios, leva à obtenção da chamada curva de carga do sistema, que, para a condição de válvula totalmente aberta e variação desprezível dos níveis no interior dos reservatórios, apresenta a seguinte forma: $H_s = 30 + 1.155 Q^2 + 99 Q^2$, na qual H_s é a carga que deve ser desenvolvida pela bomba para que escoe uma vazão volumétrica Q através da tubulação. Nesta equação, $[H_s] = \text{m de coluna de fluido escoando}$ e $[Q] = \text{m}^3 \text{ s}^{-1}$. Dentre os termos em Q^2 , o de maior coeficiente responde pela perda de carga distribuída (efeitos viscosos na região de escoamento estabelecido). A curva característica da bomba centrífuga utilizada no sistema pode ser aproximada por: $H_B = 150 - 4.050 Q^2$, na qual H_B é a carga desenvolvida pela bomba quando ela bombeia uma vazão volumétrica Q . Também neste caso, $[H_B] = \text{m de coluna de fluido escoando}$ e $[Q] = \text{m}^3/\text{s}$. Com base nestas informações e admitindo que se esteja operando em uma faixa de números de Reynolds, na qual o fator de atrito se mantenha constante (escoamento totalmente turbulento), determine:

- a) vazão transferida do reservatório inferior para o superior, estando a válvula totalmente aberta; (**valor – 0,5**)
- b) nova vazão com a válvula fechada em 50%. Considere que o coeficiente de perda de carga singular da válvula aberta (K_{ab}) é igual a 6,0 e que, para válvulas globo 50% fechadas, $K_S = 6 K_{ab}$. (**valor – 0,5**)