

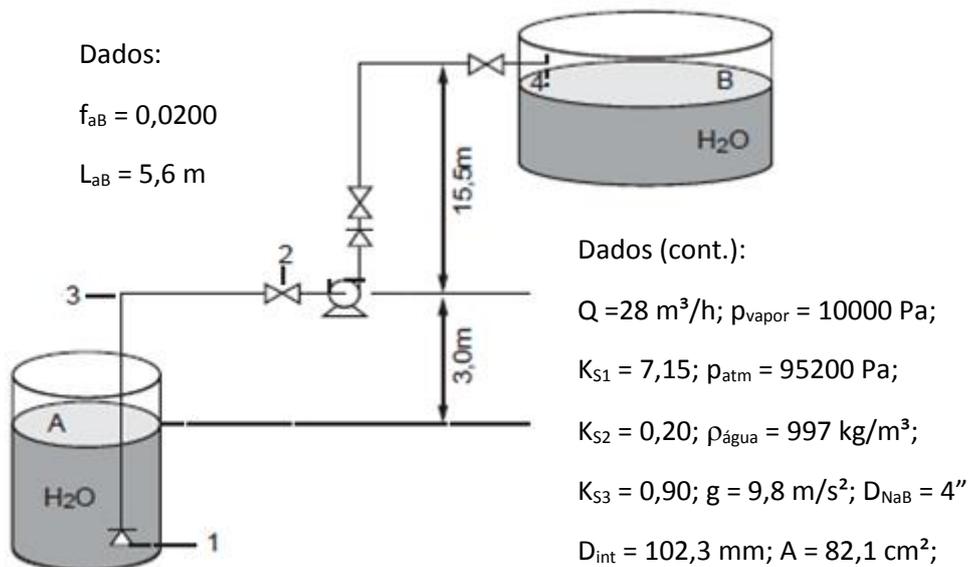
1ª Questão: Usa-se uma bomba centrífuga para transferir um solvente volátil de um tanque para outro. O solvente é um fluido newtoniano e incompressível e escoar em uma tubulação em regime permanente turbulento. O relatório técnico das últimas 24 horas mostra que, às 8 horas, a referida bomba operava com uma carga positiva de sucção (CPS) disponível igual à requerida, e que, no referido período, a temperatura ambiente variou, conforme mostra a tabela a seguir: **(Valor – 0,5)**

Tempo (Horas)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Temperatura (°C)	20	17	17	24	34	41	38	38	36	34	27	22

Sabendo que os tanques, a tubulação e a bomba estão permanentemente expostos ao meio ambiente, e que as demais variáveis que influenciam no cálculo da  $CPS_{disponível}$  permanecem inalteradas no referido período, inclusive o ponto de trabalho da bomba e sendo dado que a carga positiva de sucção (CPS) corresponde ao termo da língua inglesa Net Positive Suction Head, podemos afirmar em relação a bomba que:

- operou as 24 horas com cavitação;
- operou com cavitação entre 2 h e 4 h.
- operou as 24 horas sem cavitação;
- pode ter operado com cavitação entre 8 h e 18 h;
- operou com cavitação entre 0 h e 8 h e entre 18 h e 24 h;

2ª Questão: Para a instalação de bombeamento a seguir calcule o  $NPSH_{disponível}$  e verifique o fenômeno de supercavitação, sendo dados: **(Valor – 1,0)**



3ª Questão: Considerando as bombas centrífugas operando com água líquida, analise as afirmações a seguir verificando se são corretas ou incorretas justificando. **(Valor – 0,5)**

- I. O  $NPSH_{disponível}$  aumenta com o aumento da temperatura da água.
- II. O  $NPSH_{requerido}$  aumenta com o aumento da temperatura da água.
- III. O  $NPSH_{requerido}$  aumenta com o aumento da vazão volumétrica da água (Q).

4ª Questão: A respeito de perda de carga em escoamentos, analise as afirmações a seguir e escreva se são corretas ou incorretas justificando. **(Valor – 0,5)**

- a. Para o escoamento turbulento em tubos não circulares, são utilizadas as mesmas correlações (equações) adotadas para os circulares, introduzindo o conceito de diâmetro hidráulico.
- b. Para o escoamento laminar, o fator de atrito (coeficiente de perda de carga distribuída) é igual a  $46/Re$ .
- c. No escoamento laminar, o fator de atrito (coeficiente de perda de carga distribuída) é uma função do número de Reynolds apenas.
- d. No escoamento turbulento, o fator de atrito (coeficiente de perda de carga distribuída) é **sempre** dependente do número de Reynolds e da rugosidade relativa ( $D_H/K$ ).
- e. Válvulas e acessórios hidráulicos são exemplos de perdas de carga localizadas.

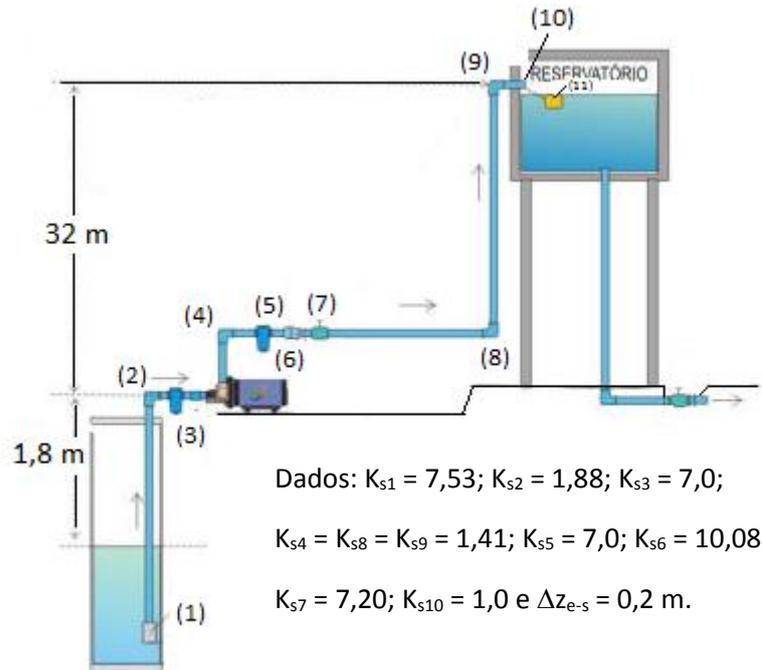
5ª Questão: A água escoar em um tubo circular cuja seção de entrada possui um diâmetro de 4 cm. Esse tubo sofre um estrangulamento de tal forma que o diâmetro da seção de saída é de 2 cm. Considerando que a massa específica da água é igual a  $997 \text{ kg/m}^3$ , supondo que a queda de pressão no trecho em análise é de  $2,9 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  e que o coeficiente de perda de carga neste caso é considerado igual a 0,55, calcule a velocidade na seção de entrada em m/s e a vazão em L/s. **(Valor – 0,5)**

6ª Questão: No que se refere a bombas centrífugas e às leis de semelhança (os adimensionais típicos são universais) para a determinação de um novo ponto de trabalho, analise as afirmações a seguir especificando se são corretas ou não justificando. **(Valor – 0,5)**

1. A potência da bomba aumenta linearmente com a velocidade de rotação do impelidor (rotor).
2. A carga hidráulica (carga manométrica) aumenta quadraticamente com a velocidade de rotação do impelidor (rotor).
3. A vazão volumétrica (Q) aumenta cúbicamente com a velocidade de rotação do impelidor (rotor).

7ª Questão: Um óleo de viscosidade cinemática igual a  $4,2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  escoar em um tubo liso de ferro fundido de 0,42 m de diâmetro interno e 2,2 Km de comprimento, com uma velocidade média de 1,6 m/s. O escoamento é plenamente desenvolvido e a aceleração da gravidade é considerada igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Com base nessas informações e sabendo que no trecho considerado não existe nenhum acessório hidráulico, calcule a perda de carga em metro. **(Valor – 0,5)**

8ª Questão: Para a instalação de bombeamento representada a seguir (1) é uma válvula de poço; (2), (4), (8) e (9) são joelhos fêmea de 90°; (3) e (5) são filtros; (6) uma válvula de retenção horizontal; (7) válvula globo reta sem guia; (10) é saída de tubulação e (11) bóia. O fluido bombeado é a água com massa específica igual a 1000 kg/m³ e com uma vazão de projeto igual a 3,2 L/s. A tubulação antes da bomba é de aço 40 com  $D_N = 2''$  ( $D_{int} = 52,5$  mm e  $A = 21,7$  cm²) e a tubulação depois da bomba é de aço 40 com  $D_N = 1,5''$  ( $D_{int} = 40,8$  mm e  $A = 13,1$  cm²).



A instalação acima operando com uma vazão de projeto que foi obtida com um fator de segurança mínimo de 1,1 tem uma perda de carga total antes da bomba igual a 1,9 m e uma perda de carga total depois da bomba igual a 14,9 m, nesta situação pede-se determinar a pressão na entrada e na saída da bomba e a carga manométrica da mesma. **(Valor – 1,0)**