

**1ª Questão (valor 2,0)** - Entre duas seções A e B de uma tubulação horizontal retilínea nova de ferro fundido com  $D_N = 100$  mm de classe K7 e sem revestimento interno ( $k = 2,59 * 10^{-4}$  m), escoam 31,4 L/s de água a 20°C em regime permanente. Nesse trecho, existe uma curva de 90° de raio curto e um registro de gaveta totalmente aberto. A pressão nas seções A e B, medida através de manômetros diferenciais, é 28 mca e 26 mca, respectivamente. Pode-se admitir que a perda de carga causada pela curva seja equivalente à perda de carga linear causada por 1,50 m do tubo, que a perda de carga causada pelo registro seja equivalente a 1,30 m do tubo e que a perda de carga distribuída possa ser calculada pela fórmula de Darcy-Weisbach

$$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$$

em que  $f$  é o coeficiente de Darcy - Weisbach;  $L$  é o comprimento da tubulação (em m);  $v$  é a velocidade média do escoamento (em m/s);  $D$  é o diâmetro da tubulação (em m) e  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  é a aceleração da gravidade. Com base nessas informações, qual é a distância entre as seções A e B?



**Observação:** 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:  $e = 4,75 + 0,003 \text{ DN}$ , onde “e” é a espessura em mm da parede do tubo.

DN	Tubo Cilíndrico	
	Comprimento Máximo	Diâmetro Externo
	L m	DE 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

**2ª Questão (valor 2,0)** - Considerando a instalação hidráulica abaixo, sabendo que o ramal de 3/4" (A-B) é que abastece o chuveiro de uma instalação predial e que em B, antes da instalação do chuveiro se considera a mesma aberta à atmosfera, pede-se:

- a equação da CCI;
- a vazão esperada no chuveiro em L/s.

Considere a tubulação de PVC com  $k = 0,06$  mm e trabalhe com os comprimentos equivalentes, considerando as seguintes perdas acidentais:

0 – saída de reservatório

1 - Tê, saída do lado

1 – bucha de redução

(Leq = 0,3 m)

2 - Cotovelo, 90 graus

3 - Registro de gaveta aberto

4 - Cotovelo, 90 graus

5 - Tê, passagem direta

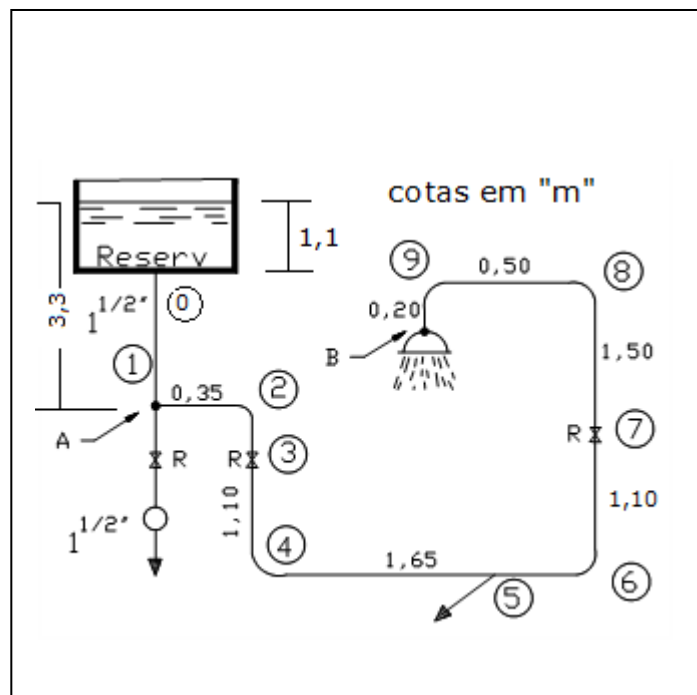
6 - Cotovelo, 90 graus

7 - Registro globo aberto

8 - Cotovelo, 90 graus

9 – Cotovelo, 90 graus

B – saída de tubulação



**Observações:**

1. considere o comprimento equivalente da saída de reservatório igual ao comprimento equivalente da entrada normal;
2. tubulação de PVC soldáveis da marca TIGRE

**Dado:** considerar que o fluido a ser transportado seja a água a 25°C.

**3ª Questão (valor 3,0)** - Um fluido com material em suspensão (5% sólidos) deve ser bombeado do reservatório A, que se encontra aberto à atmosfera, até a entrada de um equipamento de ultrafiltração como mostra o esboço da instalação a seguir.

**Dados:**  $\rho_{\text{fluido}} = 1100 \text{ kg/m}^3$ ;  $p_{\text{vfluido}} \text{ à } T=20^{\circ}\text{C} = 120\text{mmHg}$ ;

$\mu_{\text{fluido}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$  na temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ ;

$D_N$  da tubulação igual a 3" (40S) com  $K = 0,15 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

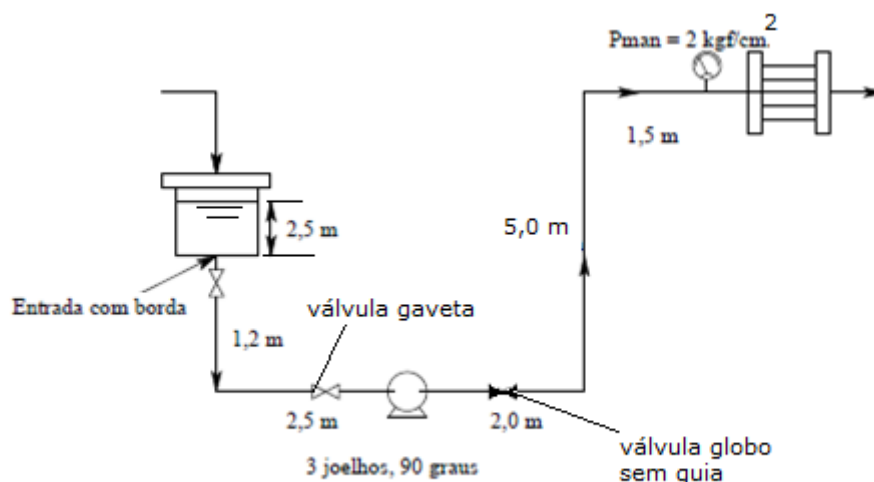
Vazão desejada = 6,5 L/s;

Leitura barométrica igual a 690 mmHg.

**Pergunta-se:**

- Qual a altura manométrica de projeto requerido pelo sistema?
- Qual a sua escolha de uma bomba centrífuga de 3500 rpm?
- O diâmetro do tubo foi bem dimensionado?
- Ocorre a cavitação?

**Observação:** no livro Food Process Engineering (D. R. Heldman) pg. 61 encontra-se equações empíricas para determinação da viscosidade na presença de sólidos em suspensão. No caso desse exercício a correção da viscosidade já foi feita.



**Importante:** Obtenha todos os comprimentos equivalentes na tabela da Tupy

**4ª Questão (valor 1,0)** - Uma bomba centrífuga transfere água a  $18^{\circ}\text{C}$  de uma cisterna a um reservatório elevado na razão de  $360\text{ m}^3$  a cada 10 horas. A carga manométrica no sistema, durante o funcionamento é 40 m.c.a. A bomba foi projetada para trabalhar na condição de rendimento máximo, que é 75%. Qual o consumo mensal de energia, supondo o mês de 30 dias, sabendo que a instalação opera em dois turnos de 8 horas cada e que o motor encontra-se ligado a uma rede de 220V?

**5ª Questão (valor 2,0)** - Numa instalação tem-se uma bomba que impulsiona  $300\text{ m}^3/\text{h}$  de água a  $28^{\circ}\text{C}$ . O manômetro instalado na saída de recalque indica  $3,8\text{ kgf/cm}^2$ , o manômetro instalado na boca de entrada da bomba (sucção) indica um vácuo de 210 mmHg (manométrico) e o tacômetro registrou uma rotação de 3410 rpm. Os manômetros estão colocados ao mesmo nível de altura, junto à bomba. O diâmetro interno na linha de sucção é 350mm e na de recalque 300mm. Qual é a carga manométrica desenvolvida pela bomba na situação descrita na rotação do fabricante (3500 rpm)?

