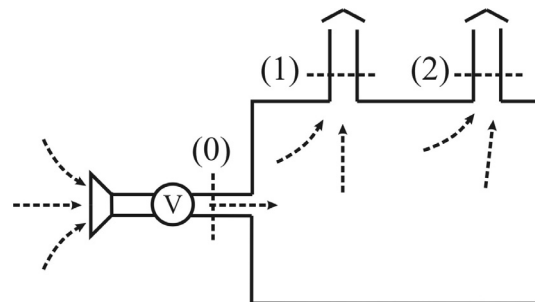




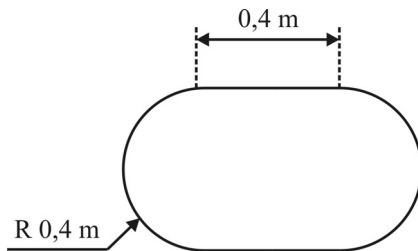
Primeiro exercício. Uma câmara onde ocorre um processo industrial necessita que o ar em seu interior seja continuamente renovado. Para tanto, ar é insuflado para dentro da sala através de um ventilador (V) a uma vazão de $16200 \text{ m}^3/\text{h}$ e uma velocidade média (na seção 0) de 9 m/s . Ar deixa a câmara por duas saídas. As temperaturas e pressões para cada uma das seções indicadas na figura são dadas na tabela abaixo. Sabe-se que as velocidades nas seções (1) e (2) devem, respectivamente ser de 1 m/s e 5 m/s . Todos os dutos são cilíndricos e o diâmetro da seção (2) é $D_2 = 80 \text{ cm}$. Supondo operação em regime permanente, determine qual deve ser o diâmetro da seção 1. Dado: $R_{AR} = 287 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \text{ K}}$.

Seção	Temperatura (°C)	Pressão ^(absoluta) (kPa)
0	17	101
1	47	98
2	97	95

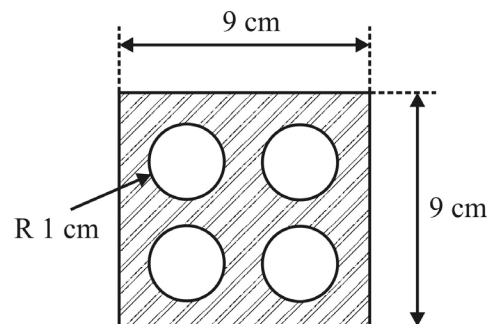


Resposta: $D_1 = 1,96 \text{ m}$

Segundo exercício. Calcular o diâmetro hidráulico das seções abaixo

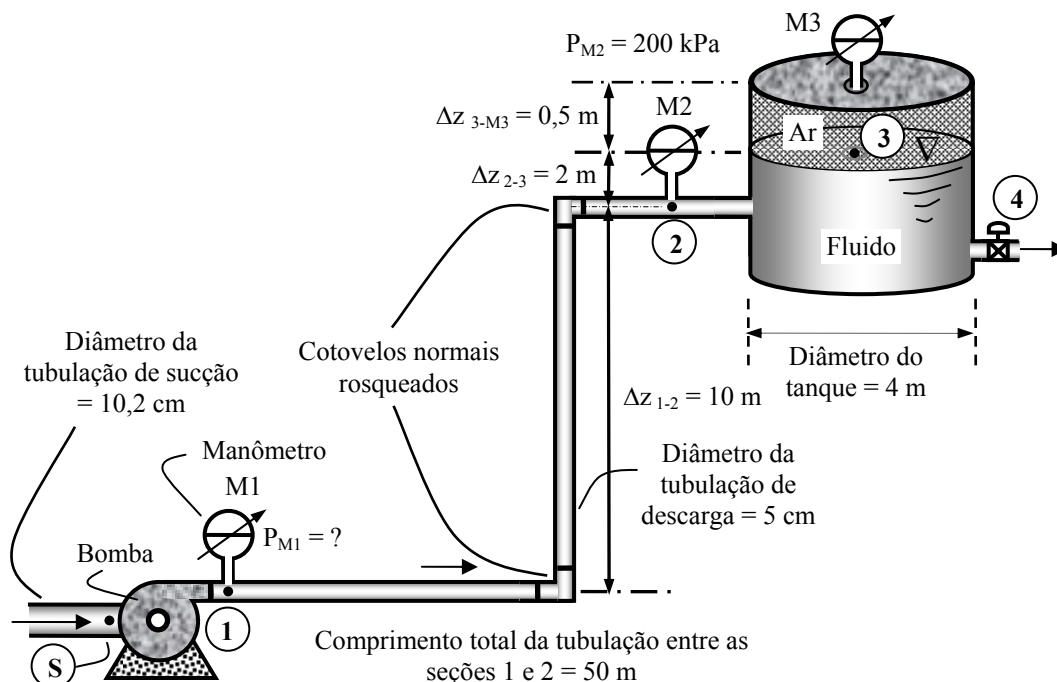


Resposta: $D_h = 0,99 \text{ m}$



Resposta: $D_h = 4,48 \text{ cm}$

Terceiro exercício. No sistema abaixo os manômetros M1, M2 e M3 são posicionados, respectivamente, nas seções 1, 2 e no topo do tanque de armazenamento, o qual contém ar preenchendo o espaço acima do nível de líquido (seção 3). O nível de fluido no tanque é mantido sempre constante por meio de ajuste na válvula da tubulação de saída (seção 4), quando necessário. **A pressão lida no manômetro M2** (lembre-se que a pressão lida no manômetro não é absoluta) **é sempre mantida controlada e igual a 200 kPa.** As tubulações são de ferro fundido e estão sempre completamente preenchidas com fluido, mesmo se a bomba estiver parada, já que existe uma válvula de retenção em sua saída a qual foi omitida no desenho (não será considerada nos cálculos). Considere que a pressão atmosférica local é igual a 101000 Pa e a aceleração da gravidade seja de $9,81 \text{ m/s}^2$. Admita que o fluido em escoamento seja água a 20°C , para a qual as seguintes propriedades estão disponíveis: massa específica $= 998 \text{ kg/m}^3$, viscosidade $= 0,001 \text{ Pa.s}$ e pressão de saturação $p_{SAT} = 2337 \text{ Pa abs}$.



Pede-se:

- a) A fábrica parou para manutenção, e não há escoamento em nenhuma das seções do sistema. Qual será a pressão lida no manômetro M1? b) Considere que a vazão de escoamento na seção (1) é igual a 21,2 m³/h. Qual será a pressão lida no manômetro M1? c) Considerando que a **pressão absoluta** na sucção da bomba (seção “S”) é $P_S = 141000$ Pa. Haverá cavitação? Justifique sua resposta.

Tabela 6.5. Coeficientes de perda localizada (K) para válvulas abertas, cotovelos e têes. (Frank M. White, 4^a ed.).

Diâmetro em polegadas → Diâmetro em milímetros →	Diâmetro nominal do acessório, pol (mm)									
	Rosqueados					Flangeados				
	1/2 (13)	1 (25)	2 (50)	4 (100)		1 (25)	2 (50)	4 (100)	8 (200)	20 (500)
Válvulas (totalmente abertas)										
Globo	14	8,2	6,9	5,7		13	8,5	6,0	5,8	5,5
Gaveta	0,3	0,24	0,16	0,11		0,80	0,35	0,16	0,07	0,03
Retenção basculante	5,1	2,9	2,1	2,0		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Em ângulo	9,0	4,7	2,0	1,0		4,5	2,4	2,0	2,0	2,0
Cotovelo										
45° normal	0,39	0,32	0,30	0,29						
45° raio longo						0,21	0,20	0,19	0,16	0,14
90° normal	2,0	1,5	0,95	0,64		0,50	0,39	0,30	0,26	0,21
90° raio longo	1,0	0,72	0,41	0,23		0,40	0,30	0,19	0,15	0,10
180° normal	2,0	1,5	0,95	0,64		0,41	0,35	0,30	0,25	0,20
180° raio longo						0,40	0,30	0,21	0,15	0,10
Tês:										
Escoamento direto	0,90	0,90	0,90	0,90		0,24	0,19	0,14	0,10	0,07
Escoamento no ramal	2,4	1,8	1,4	1,1		1,0	0,80	0,64	0,58	0,41

Rugosidade para tubo de ferro fundido $\varepsilon = 0,26$ mm

Respostas:

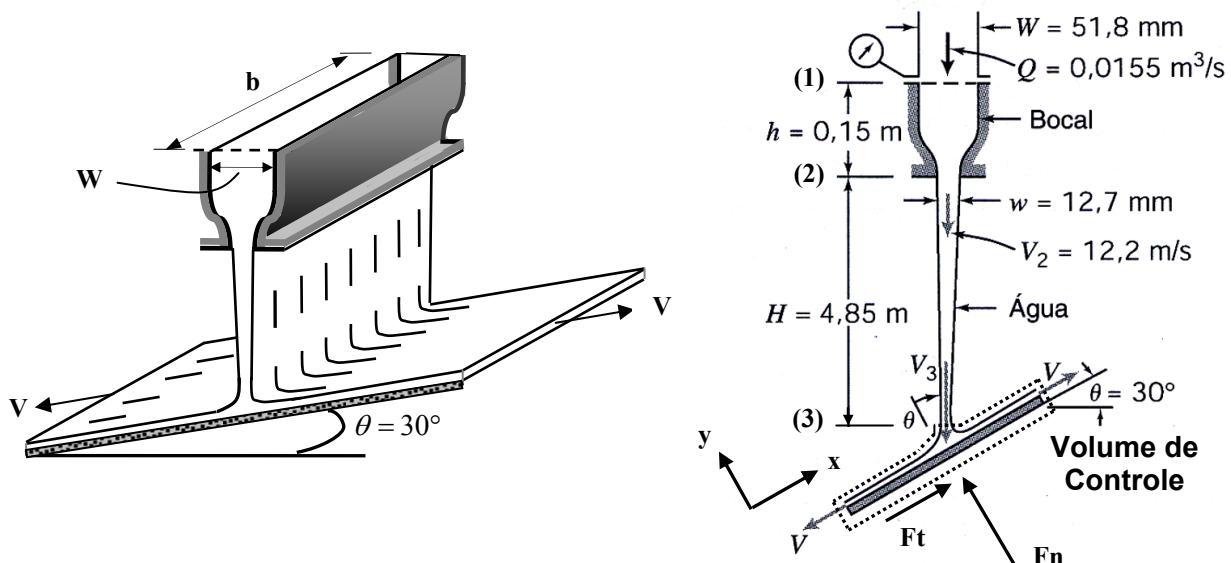
Item a) $p_1 = 297903,8$ Pa

Item c) Como $P_S > P_{SAT}$ na temperatura do bombeamento, não haverá cavitação.

Item b) $p_1 = 448087,8$ Pa

Quarto exercício. O bocal plano da figura abaixo de seção retangular $W \times b$ descarrega verticalmente para baixo na atmosfera, sendo que logo ao sair do bocal o jato tem velocidade de 12.2 (m/s) e seção

transversal $w \times b$ (seção 2 no desenho). O bocal é alimentado **com um fluxo permanente** de água a 20 (°C) a uma vazão volumétrica de 0.0155 (m³/s) e as dimensões W e w são respectivamente 51.8 (mm) e 12.7 (mm). Uma placa plana, inclinada, colocada 4,85 (m) abaixo do bocal, é atingida pela corrente d'água. **Efeitos de atrito são desprezíveis no bocal e no trajeto aberto à atmosfera.** Admita, também, que não há interrupções no jato de água durante seu trajeto de queda. Pede-se:



a) Determinar a largura normal ao plano do papel. b) Calcular a velocidade da água imediatamente antes do contato com a placa inclinada (V_3). Sabe-se que devido à ação da gravidade, a velocidade da água durante a queda aumenta, e por esse motivo, a espessura (w) do jato descendente diminui. c) Determinar a magnitude das forças normal (F_n) e tangencial (F_t) à placa, necessárias para mantê-la parada, admitindo que a corrente d'água **se divide igualmente em duas correntes com velocidades iguais a V (com mesma vazão)**. Nos cálculos despreze o peso próprio da placa assim como o peso próprio da água sobre ela. Utilize o volume de controle (tracejado na figura). As propriedades da água foram mencionadas no exercício anterior.

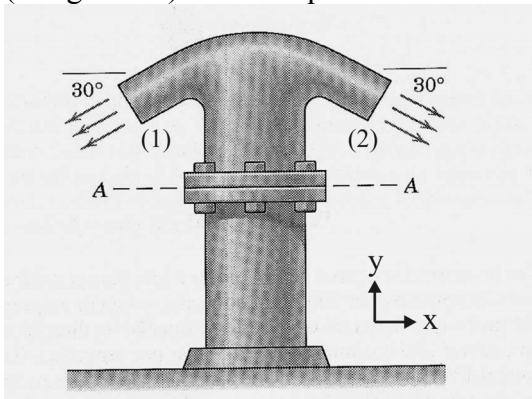
Respostas:

a) $b = 0,1$ m b) $V_3 = 15,62$ m/s c) $F_t = 120,8$ N e $F_n = 209,3$ N

Quinto exercício. Água a 20°C está sendo descarregada na atmosfera a partir das duas saídas a 30° (medidas em relação a horizontal) na vazão total de 1,5 m³/min. Cada um dos bocais de descarga possui um diâmetro de 100 mm, e o diâmetro interno da tubulação na seção de conexão A é 250 mm. A pressão da água na seção A-A é 5 kPa (manométrica). Determine a força que os parafusos do flange terão de suportar. Despreze o peso próprio da peça acima do flange, assim como o peso próprio da água em seu interior. A pressão atmosférica local é de 101325 Pa. Indique o volume de controle adotado (obrigatório!). Admita que a vazão é dividida igualmente entre as duas saídas.

Resposta:

$$F_{\text{parafusos}} = 278 \text{ N}$$



Formulário:

$$Hp = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum K \frac{V^2}{2g} \quad \text{ou} \quad Hp = f \frac{(L + L_{eq})}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$\eta_B = \frac{N}{N_B} \quad N_B = \frac{\gamma \bar{Q} H_B}{\eta_B} \quad \eta_T = \frac{N_T}{N} \quad N_T = \eta_T \gamma \bar{Q} H_T$$

$$f = \frac{64}{\text{Re}} \quad f = \frac{1,325}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Equação da conservação de massa na forma integral: $\frac{\partial}{\partial t} \int_{\forall C} \rho \, d\forall + \int_{SC} \rho \vec{V} \cdot \vec{n} \, dA = 0$

Produto escalar: $\vec{V}_1 \cdot \vec{V}_2 = V_{x_1} V_{x_2} + V_{y_1} V_{y_2} + V_{z_1} \cdot V_{z_2}$

Equação da conservação da quantidade de movimento: $\vec{F}_S + \vec{F}_B = \sum \dot{m}_s \vec{V}_s - \sum \dot{m}_e \vec{V}_e$

Diâmetro hidráulico $D_h = \frac{4 \text{ Area da seção transversal do duto}}{\text{Perímetro molhado}}$