

CAPÍTULO 3 PROBLEMAS

3.1 Escoa-se água numa conduta circular com um perfil de velocidades dado pela equação $v = 6 (1 - r^2/16)$ ft s⁻¹. Qual será a velocidade média na conduta com diâmetro de 1,5 ft (figura P3.1).

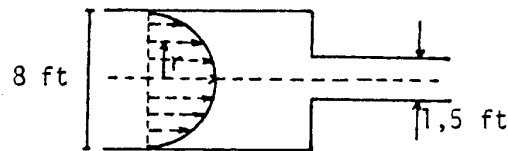


Figura P3.1

3.2 A um tanque que contém 1000 kg de salmoura, com uma concentração de 10% em massa de sal, vai ser adicionado um caudal de 20 kg min⁻¹ com 20% em massa de sal (figura P3.2). Em simultâneo, abre-se a torneira de descarga e escoam-se um caudal de 10 kg min⁻¹. A mistura no tanque é homogeneizada por meio de um agitador. Calcule a quantidade de sal no tanque no tempo t , e o tempo necessário para que se acumulem 200 kg de sal no seu interior.

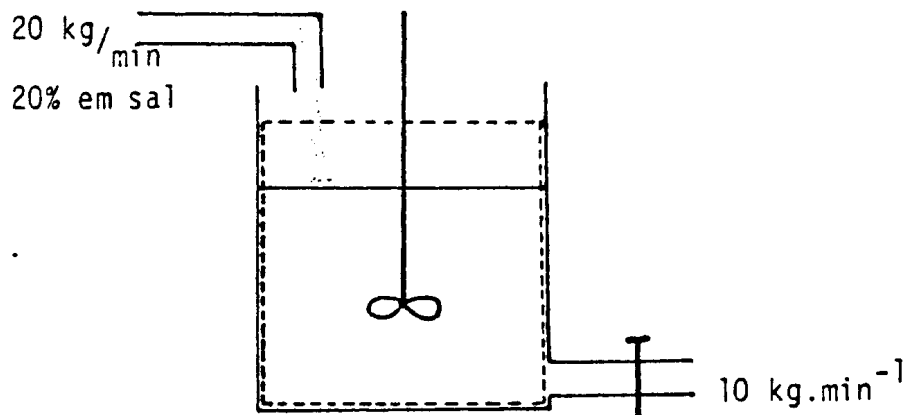


Figura P3.2

3.3 As velocidades numa conduta circular de 20 in de diâmetro foram medidas experimentalmente, obtendo-se os seguintes resultados:

Raio (in)	Vel (ft s ⁻¹)	Raio (in)	Vel (ft s ⁻¹)
0	7,5	7,75	5,47
3,16	7,10	8,37	5,10
4,45	6,75	8,94	4,50
5,48	6,42	9,49	3,82
6,33	6,15	10,0	2,40
7,03	5,81		

Calcule a velocidade média na conduta.

3.4 O perfil de velocidades numa conduta circular é dado por

$$v = v_{\max} (1 - r/R)^{1/7}$$

onde R é o raio da conduta. Determine a velocidade média na conduta.

3.5 Uma mistura de 100 kmol h⁻¹, cuja fracção molar de tolueno é 0,35 e de benzeno 0,65, é alimentada continuamente por um processo de destilação. Obtêm-se dois caudais de produtos, um contendo como fracção molar de benzeno 0,99 e o outro contendo 5% do benzeno que entra. Calcule as razões molares em ambos os caudais (kmol h⁻¹) e a composição do caudal mais concentrado em tolueno. Não há acumulação no interior do sistema.

3.6 Calcule o menor diâmetro de tubo necessário para transportar 0,3 kg s⁻¹ de ar com uma velocidade máxima de 6 m s⁻¹. O ar está a 27 °C e sob uma pressão de 2,4 kg cm⁻² (absoluta).

3.7 Um fluido escoar-se com um caudal de 1800 L min⁻¹ num tubo de 200 mm de diâmetro, que posteriormente é reduzido para 100 mm. Calcule a velocidade média do escoamento em cada um dos dois tubos.

3.8 A superfície indicada na figura P3.8, divide o jacto de modo a que 30 L s⁻¹ de água se escoem para cada direcção. Para uma velocidade inicial de 20 m s⁻¹

calcular os valores das componentes de F segundo x e y , a fim de manter a superfície em equilíbrio.

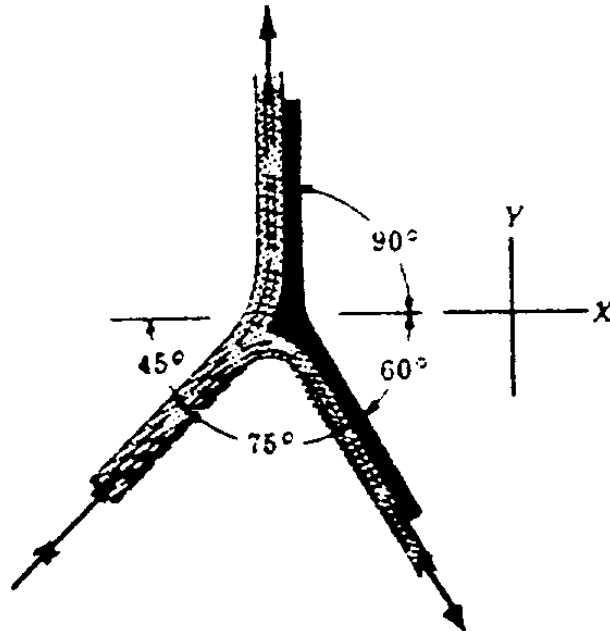


Figura P3.8

3.9 Um jacto de água de 3 in de diâmetro tem uma velocidade de 110 ft s^{-1} . O jacto choca com uma lâmina que tem um ângulo de deflexão de 150° , conforme o indicado na figura P3.9. Calcule as componentes x e y da força que o jacto exerce sobre a placa.

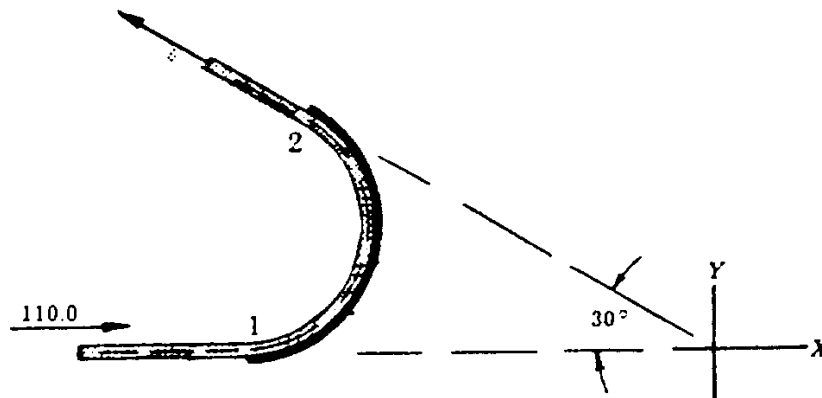


Figura P3.9

3.10 Considere a figura P3.10. Um jacto de água, de 2 in de diâmetro, choca com uma placa que faz um ângulo de 30° com a direcção do jacto. A velocidade da água no jacto é de 60 ft s^{-1} . Calcule a força que o jacto exerce na placa (desprezando o atrito).

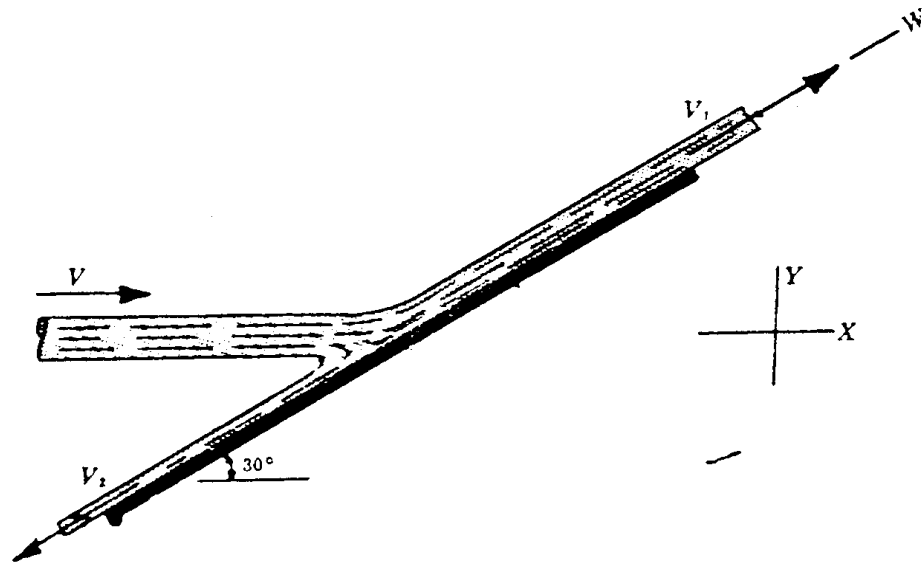


Figura P3.10

3.11 Um jacto de água de 50 mm de diâmetro choca perpendicularmente com uma placa, à velocidade de $6,3 \text{ m s}^{-1}$. Calcule a força exercida pela placa na água.

3.12 Um jacto de água tendo a velocidade de 15 m s^{-1} , choca tangencialmente numa placa curva em forma de arco de círculo com um ângulo de 120° . Calcule a amplitude e a direcção da reacção na placa, quando o caudal de água é de $0,45 \text{ kg s}^{-1}$.

3.13 Calcule a força exercida numa placa curva fixa quando um jacto, descarregando 60 L s^{-1} de água à velocidade de 50 m s^{-1} , é deflectido de um ângulo de 135° .

3.14 Calcule a força que se deve exercer numa placa como mostra a figura P3.14, de modo a que a mesma se mantenha fixa. Considere que na conduta se escoia óleo ($\rho = 0,83 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$) à velocidade de 25 m s^{-1} .

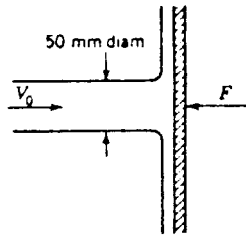


Figura P3.14

3.15 Determine a força exercida na placa da figura P3.15. Dados: $A_0 = 0,1 \text{ ft}^2$, $v_0 = 100 \text{ ft s}^{-1}$, $\theta = 60^\circ$, $\rho = 60 \text{ lb ft}^{-3}$.

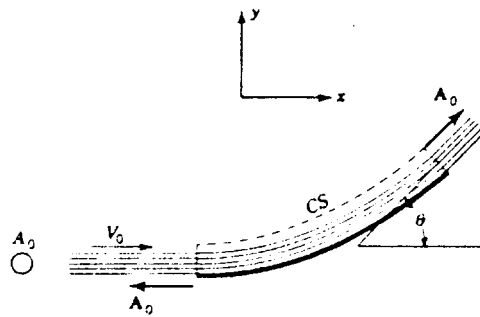


Figura 3.15

3.16 Calcule as componentes x e y da força necessária para suportar a placa da figura P3.16.

Dados: $Q_0 = 80 \text{ L s}^{-1}$, $\rho = 1\,000 \text{ kg m}^{-3}$, $v_0 = 120 \text{ m s}^{-1}$.

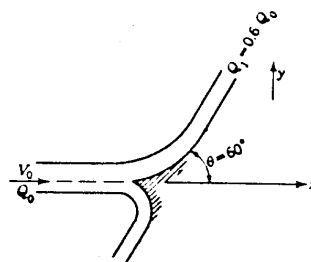


Figura P3.16

3.17 Para o divisor de caudal da figura P3.17, calcule as componentes x e y da força que nele se exerce.

Dados: $Q_0 = 10 \text{ L s}^{-1}$, $Q_1 = 3 \text{ L s}^{-1}$, $Q_2 = 7 \text{ L s}^{-1}$, $\theta_0 = 45^\circ$, $\theta_1 = 30^\circ$, $\theta_2 = 120^\circ$, $v_0 = 10 \text{ m s}^{-1}$, $\rho = 830 \text{ kg m}^{-3}$.

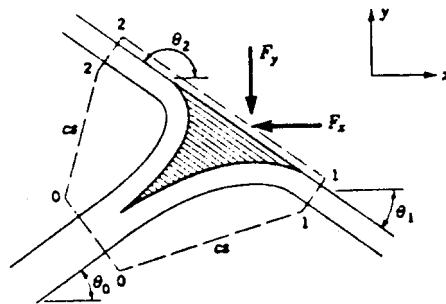


Figura P3.17.

3.18 Resolva o problema anterior usando a técnica gráfica de adição de vectores.

3.19 Um injector de água do escoamento primário com uma área $A_j = 0,05 \text{ ft}^2$ e uma velocidade $v_j = 90 \text{ ft s}^{-1}$, arrasta um escoamento secundário de velocidade $v_s = 10 \text{ ft s}^{-1}$ e uma área constante, $A = 0,6 \text{ ft}^2$ (figura P3.19). Na secção 2, a água está completamente misturada. Considerando um escoamento uni-dimensional e desprezando as tensões tangenciais nas paredes,

- determine a velocidade média do escoamento misturado na secção 2;
- determine o aumento de pressão ($P_2 - P_1$), considerando que a pressão do jacto e a pressão na secção 1 da conduta secundária é a mesma.

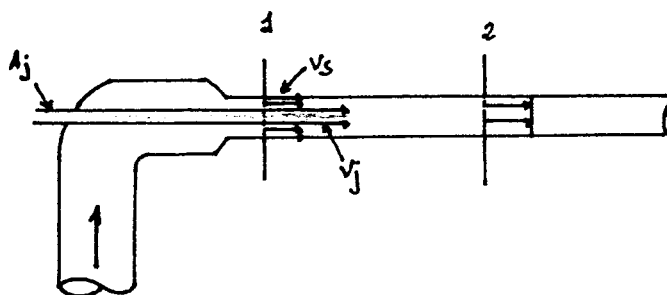


Figura P3.19

3.20 Considere o escoamento de água estacionário no troço da conduta representada na figura P3.20. Na secção 1, de diâmetro 0,3 m, a velocidade é de 12 m s^{-1} e a pressão é de 138 kPa. Na secção 2, o diâmetro é de 0,38 m e a pressão de 145 kPa. Determine as forças F_x e F_y necessárias para manter o cotovelo da conduta em equilíbrio.

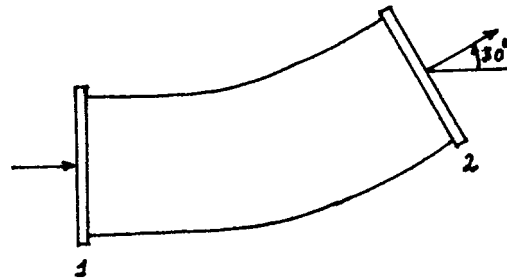


Figura P3.20

3.21 Através da turbina apresentada na figura P3.21 escoa-se água a um caudal de $0,21 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, sendo as pressões em A e B respectivamente $1,5 \text{ kg cm}^{-2}$ e $-0,35 \text{ kg cm}^{-2}$. Determine a potência fornecida à turbina pela água.

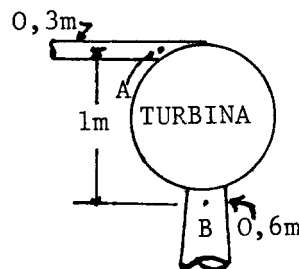


Figura P3.21

3.22 Uma tubagem transporta água duma secção A para uma secção B ($0,15 \text{ m}^2$). Em A, a velocidade (suposta uniforme) é $1,8 \text{ m s}^{-1}$ e a pressão 117 kN m^{-2} . Supondo que o atrito é desprezável, determine a pressão em B, sabendo que esta secção se encontra localizada 6 m acima da secção A ($0,3 \text{ m}^2$).

3.23 Um jacto de água é dirigido verticalmente a partir duma agulheta de diâmetro 25 mm. Supondo que o jacto permanece circular e desprezando qualquer perda de energia, qual será o diâmetro do jacto num ponto situado 4,5 m acima da agulheta? A velocidade da água à saída da agulheta é de 12 m s^{-1} .

3.24 Considere a figura P3.24 que representa um sifão com um diâmetro de 75 mm sendo a pressão da atmosfera equivalente a 10 m de coluna de água (m.c.a.). Calcule a velocidade da água à saída do sifão e a pressão absoluta em B.

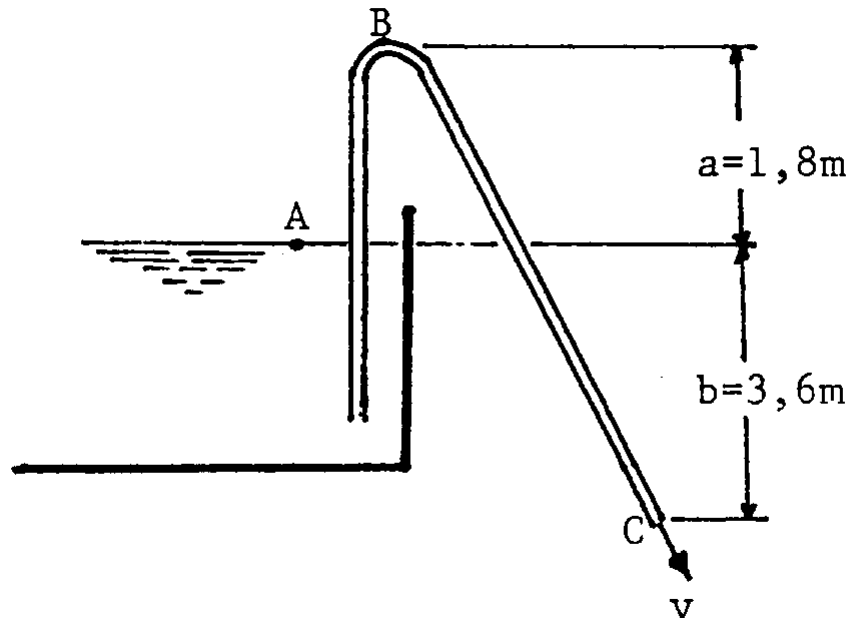


Figura P3.24

3.25 A água escoar-se de A para B, com um caudal de $0,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, através da tubagem representada na figura P3.25. Se a pressão piezométrica em A for de 7 m.c.a., e não houver perdas de energia entre A e B, calcule a pressão piezométrica em B. Trace a linha piezométrica e a linha de energia total.

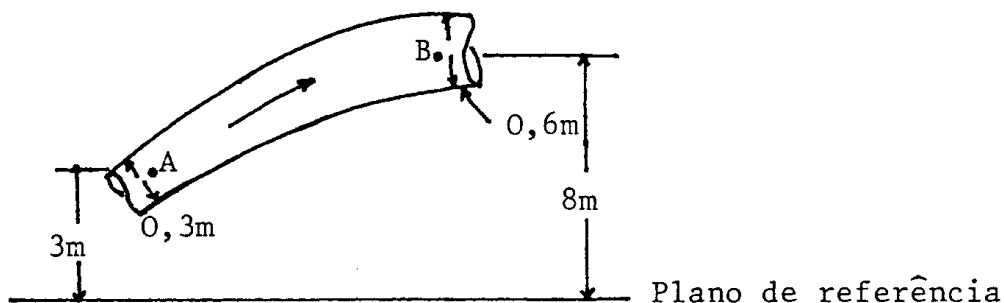


Figura P3.25

3.26 Considere o esquema da figura P3.26.

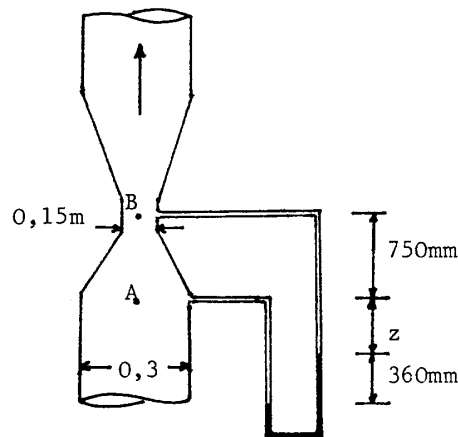


Figura P3.26

Se a deflexão do mercúrio do manômetro for de 360 mm, calcule o caudal volúmico de água, desprezando as perdas de energia.

3.27 Uma tubagem de 24 in de diâmetro transportando $31,4 \text{ ft}^3 \text{ s}^{-1}$ (densidade = 0,85) de um fluido, apresenta uma curva de 90° no plano horizontal. Sabendo que a perda de carga na curva é de 3,3 ft de óleo e que a pressão à entrada é de 42,5 psi, determine a força exercida pelo óleo sobre a curva.

3.28 Um óleo de densidade 0,75 escoá-se dentro de um tubo de 150 mm de diâmetro sob uma pressão de 1 kg cm^{-2} . Se a energia total relativa a um plano de 2,4 m abaixo da linha de centro do tubo é de 18 kg m kg^{-1} , determine o caudal do óleo em $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$.

3.29 Um fluido escoá-se de A para B numa conduta horizontal como mostra a figura P3.29, com um caudal de $2 \text{ ft}^3 \text{ s}^{-1}$ e uma perda por atrito de 0,15 ft. Sendo a pressão em B de 24 in, qual será a pressão em A.

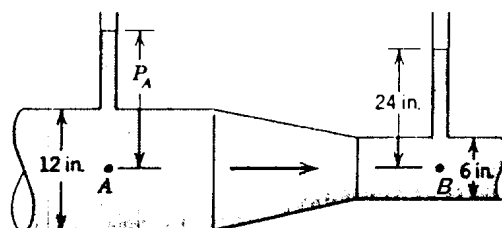


Figura P3.29

3.30 Considere o tanque circular ($D = 6$ ft) representado na figura P3.30. O óleo é drenado por um orifício de 2 in de diâmetro. Considerando que a pressão do ar se mantém constante, quanto tempo leva o nível do óleo a baixar 2 ft? A densidade do óleo é de 0,750 e a do mercúrio 13,6.

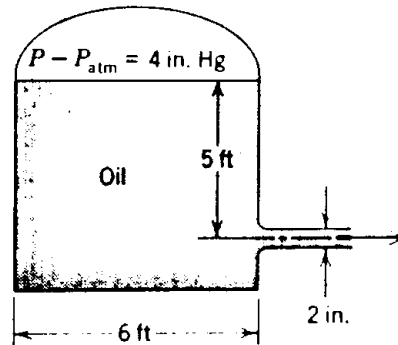


Figura P3.30

3.31 O tubo do problema 3.27 é ligado a um outro de 12 in de diâmetro através de uma redução padrão. Para o mesmo caudal de $31,4 \text{ ft}^3 \text{ s}^{-1}$ de óleo à pressão de 40 psi, que força exercerá o óleo sobre a redução?

3.32 Uma curva redutora de 45° , tendo a montante 610 mm e a jusante 305 mm de diâmetro, transporta água com um caudal de $0,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ sob uma pressão de $1,5 \text{ kg cm}^{-2}$. Desprezando as perdas na curva, calcule a força exercida pela água sobre a curva de redução.

3.33 Um óleo, de densidade 0,830, escoar-se através de uma curva expansora de 90° , de 400 para 600 mm de diâmetro. A pressão à entrada da curva é de 130 kPa. Desprezando as perdas, calcule a força necessária para suportar a curva, quando o caudal de óleo é de $0,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Considere a curva horizontal.

3.34 Considere a figura P3.34. Desprezando as perdas, calcule as componentes x e y da força necessária para suportar o valor de y, com este eixo colocado no plano horizontal.

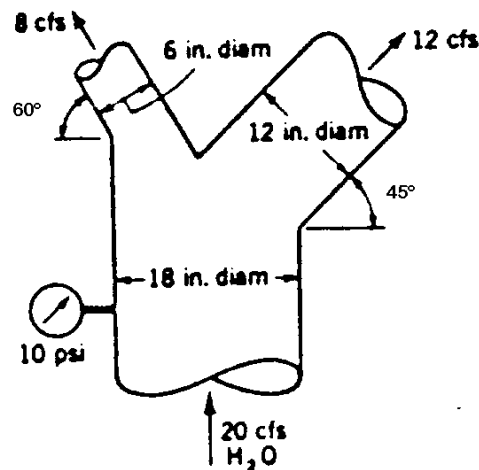


Figura P3.34

3.35 Considere o esquema da figura P3.35.

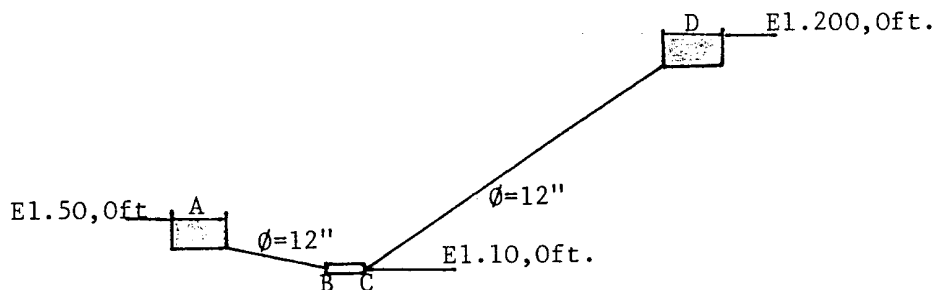


Figura P3.35

A bomba BC deve fornecer $5,62 \text{ ft}^3 \text{ s}^{-1}$ de óleo de densidade $0,762$ ao reservatório D. Supondo-se que a perda de energia de A a B é de $8,25 \text{ ft lb}_f \text{ lb}^{-1}$ e C a D de $21,75 \text{ ft lb}_f \text{ lb}^{-1}$, calcule:

- a) a potência que a bomba deve fornecer ao sistema;
- b) trace a linha de energia.

3.36 Um óleo de densidade $0,761$ escoar-se do tanque A para E como representado na figura P3.36. As perdas de carga podem ser consideradas como se indica a seguir.

$$A \text{ a } B = 0,3 v_{0,3}^2 / g$$

$$C \text{ a } D = 0,2 v_{0,15}^2 / g$$

$$B \text{ a } C = 4,5 v_{0,3}^2 / g$$

$$D \text{ a } E = 4,5 v_{0,15}^2 / g.$$

Calcule:

- o caudal em $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$;
- a pressão em C, em kg cm^{-2} .

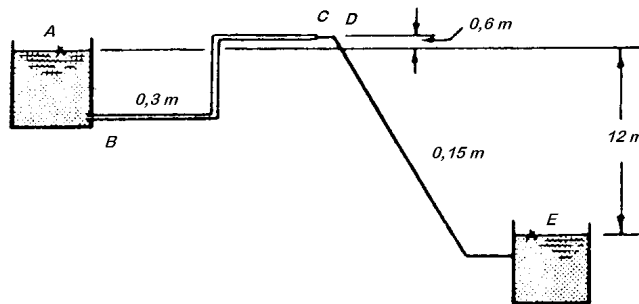


Figura P3.36

3.37 A perda de carga na turbina CR da figura P3.37 é de 200 ft e a pressão em T é de 72,7 psi. Considerando que as perdas são

$$W \text{ a } R = 2 v_{24}^2 / 2g$$

$$C \text{ a } T = 3 v_{12}^2 / 2g.$$

Determine:

- o caudal volúmico;
- a piezocarga em R;
- trace a linha piezométrica e a linha de energia.

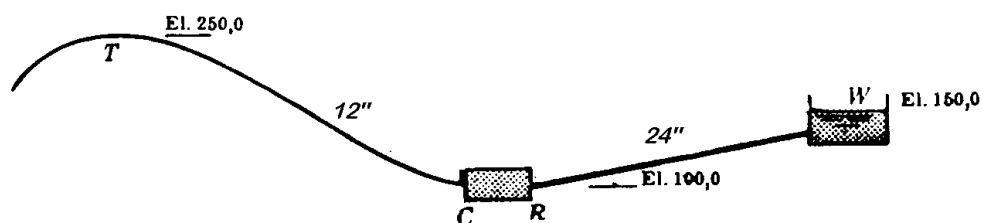


Figura P3.37

3.38 Qual será a pressão no nariz de um torpedo, movendo-se em água salgada a uma velocidade de 100 ft s^{-1} e à profundidade de 30 ft? Se a pressão em C na face do torpedo à mesma cota que o nariz é de 24,7 psi, qual será a velocidade relativa neste ponto ($P_{\text{atm}} = 14,7 \text{ psi}$)?

3.39 Uma esfera é colocada num escoamento de ar o qual está à pressão atmosférica e tem uma velocidade de 100 ft s^{-1} . Considerando a massa volúmica do ar constante e igual a $0,00238 \text{ slug ft}^{-3}$ ($\text{slug} = \text{lb}_f \text{ s}^2 \text{ ft}^{-1}$)

a) calcule a pressão de estagnação;

b) calcule a pressão na superfície da esfera no ponto B a 75° do ponto de estagnação, se a velocidade aí é de 220 ft s^{-1} .

3.40 A bomba da figura P3.40 eleva $4 \text{ ft}^3 \text{ s}^{-1}$ de água do reservatório inferior para o superior.

As perdas de carga na conduta são dadas por $35v^2/2g$. Se a bomba tem uma eficiência de 70%, qual a potência necessária?

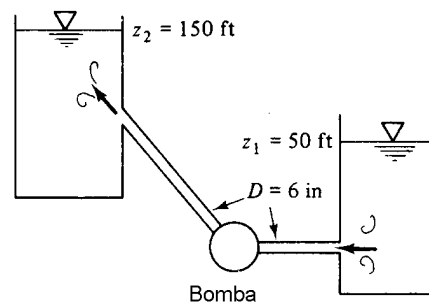


Figura P3.40

3.41 Através da bomba representada na figura P3.41 escoam-se $3 \text{ ft}^3 \text{ s}^{-1}$ de gasolina ($d = 0,68$). As perdas de carga entre 1 e 2 são de 10 ft e a bomba fornece ao escoamento 30 hp. Qual deverá ser a leitura no manómetro de mercúrio, em ft?

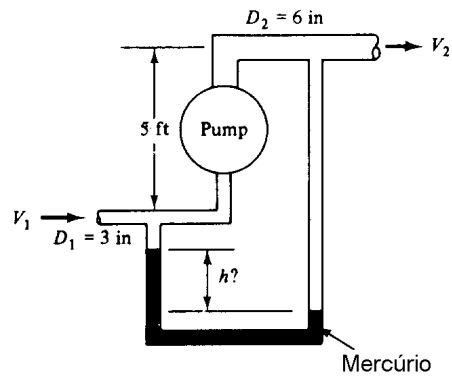


Figura P3.41

3.42 A turbina da figura P3.42 recebe $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de água e descarrega 10 m abaixo da superfície inferior. As perdas na conduta são de $2,5 v^2/2g$. Qual a potência em kW desenvolvida pela turbina?

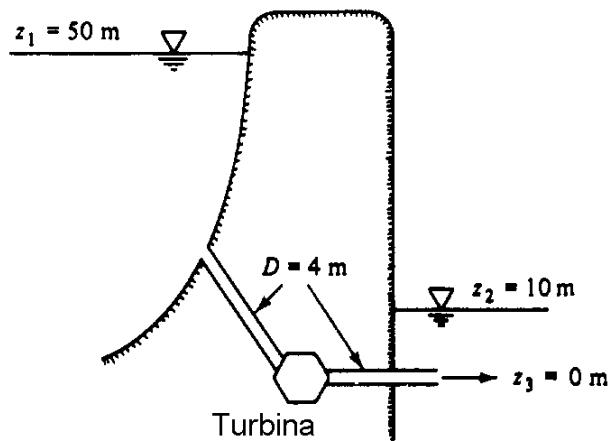


Figura P3.42