

Problemas



Este ícone representa uma aplicação biomédica.

Seção 11.1 Massa Específica

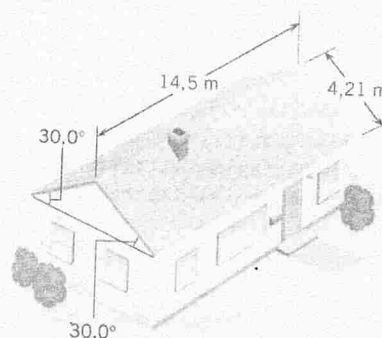
- Artesãos muito talentosos na Índia conseguem martelar prata criando folhas incrivelmente finas, cuja espessura chega a $3,00 \times 10^{-7}$ m (cerca de um centésimo da espessura desta folha de papel). Determine a área de tal folha que pode ser formada a partir de 1,00 kg de prata.
- O quilate é uma unidade adimensional usada para indicar a proporção de ouro em uma liga contendo ouro. Uma liga de um quilate de ouro contém um peso de ouro puro, que corresponde a uma parte em vinte e quatro. Qual o volume de ouro em um colar de ouro de 14,0 quilates cujo peso é de 1,27 N?
- Um pirata em um filme está carregando uma cômoda ($0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 0,20 \text{ m}$) supostamente repleta de ouro. Para entender o quanto isto é ridículo, determine o peso (em newtons) do ouro. Para avaliar a ordem de grandeza deste peso, lembre-se que $1 \text{ N} = 0,225 \text{ lb}$.
- Uma cama d'água tem dimensões de $1,83 \text{ m} \times 2,13 \text{ m} \times 0,229 \text{ m}$. O piso do quarto de dormir tolerará um peso adicional de não mais do que 6660 N. Determine o peso da água na cama e verifique se ela deveria ser comprada.
- O gelo sobre um lago tem uma espessura de 0,010 m. O lago é circular, com raio de 480 m. Determine a massa do gelo.
- Um pedaço de concreto de forma irregular possui uma cavidade esférica oca em seu interior. A massa do pedaço de concreto é de 33 kg, e o volume envolto pela superfície exterior do pedaço de concreto é de $0,025 \text{ m}^3$. Qual o raio da cavidade esférica?
- Uma barra de ouro mede $0,15 \text{ m} \times 0,050 \text{ m} \times 0,050 \text{ m}$. Quantos galões de água possuem a mesma massa que esta barra?
- Um planeta esférico hipotético é inteiramente formado de ferro. Qual o período de um satélite que descreve uma órbita em torno deste planeta logo acima de sua superfície? Consulte a Tabela 11.1, se necessário.
- Uma solução anticongelante é preparada misturando-se etileno glicol ($\rho = 1116 \text{ kg/m}^3$) com água. Suponha que a densidade de tal solução seja igual a 1,0730. Admitindo que o volume total da solução seja a soma de suas partes, determine o percentual do volume de etileno glicol na solução.

Seção 11.2 Pressão

- Uma garrafa de vidro de refrigerante está lacrada com uma tampa aparafusada. A pressão absoluta do dióxido de carbono no interior da garrafa é igual a $1,80 \times 10^5 \text{ Pa}$. Supondo que cada uma das superfícies de cima e de baixo da tampa tenha uma área de $4,10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, obtenha o módulo da força que a rosca da tampa aparafusada exerce sobre a tampa a fim de mantê-la em cima da garrafa. A pressão do ar fora da garrafa é igual a uma atmosfera.
- Uma caixa hermética possui uma tampa removível com área igual a $1,3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ e peso desprezível. A caixa é levada para uma montanha onde a pressão de ar do lado de fora da caixa é de $0,85 \times 10^5 \text{ Pa}$. O ar que estava no lado de dentro da caixa foi completamente evacuado. Qual o módulo da força necessária para destampar a caixa?
- O dinheiro dos Estados Unidos é impresso usando prensas que geram uma pressão na impressão de $8,0 \times 10^4 \text{ lb/in}^2$. Uma nota de \$20 tem 6,1 in por 2,6 in. Calcule o módulo da força que a prensa aplica a um lado da nota.
- Sapatos de salto alto podem fazer com que enormes pressões sejam aplicadas a um piso. Suponha que o raio de um salto seja de $6,00 \times 10^{-3} \text{ m}$. Às vezes, durante um movimento de caminhar nor-

mal, praticamente todo o peso do corpo atua perpendicularmente à superfície de tal salto alto. Determine a pressão aplicada ao piso de baixo do salto devido ao peso de uma mulher de 50,0 kg.

- Uma pessoa que pesa 625 N está dirigindo uma *mountain bike* de 98 N. Suponha que todo o peso do ciclista e da bicicleta seja suportado igualmente pelos dois pneus. Se a pressão manométrica em cada pneu for de $7,60 \times 10^5 \text{ Pa}$, qual é a área de contato entre cada pneu e o chão?
- Um bloco sólido de concreto pesa 169 N e está em repouso sobre o chão. As suas dimensões são $0,400 \text{ m} \times 0,200 \text{ m} \times 0,100 \text{ m}$. Vários blocos idênticos são empilhados por cima deste. Qual o menor número de blocos inteiros (incluindo o que está em contato com o chão) que pode ser empilhado, de tal forma que seu peso crie uma pressão de pelo menos duas atmosferas no chão debaixo do primeiro bloco?
- Um cilindro está equipado com um pistão, debaixo do qual existe uma mola, como mostrado no desenho. O cilindro está aberto em cima. Não há atrito. A rigidez da mola é de 3600 N/m . O pistão possui massa desprezível e um raio de $0,025 \text{ m}$. (a) Quando o ar abaixo do pistão é todo bombeado para fora, qual a compressão provocada na mola pela pressão atmosférica? (b) Qual o trabalho realizado pela pressão atmosférica na compressão da mola?
- Um cilindro (com extremidades circulares) e uma semi-esfera são sólidos homogêneos feitos do mesmo material e estão apoiados no chão, o cilindro em uma de suas extremidades e a semi-esfera no seu lado plano. O peso de cada um exerce a mesma pressão no chão. O cilindro tem 0,500 m de altura. Qual o raio da semi-esfera?
- Uma casa possui um telhado (colorido de cinza) com as dimensões mostradas no desenho. Determine o módulo, a direção e o sentido da força resultante que a atmosfera aplica ao telhado quando a pressão externa sobe de repente em 10 mm de mercúrio, antes que a pressão na atmosfera possa se ajustar.



Problema 18


Seção 11.3 Pressão e Profundidade em um Fluido Estático

Seção 11.4 Aparelhos para Medição de Pressão

- Alguns pesquisadores acreditam que o barossauro (um dinossauro) mantinha a sua cabeça ereta em um pescoço longo, como a girafa. Se isto for verdade, os restos de fóssil indicam que seu coração estaria cerca de 12 m abaixo do seu cérebro. Suponha que o sangue possuía a massa específica da água, e calcule em quanto a pressão sanguínea do coração excederia a do cérebro. Estimativas de tamanho para o único coração necessário para suportar tal

2

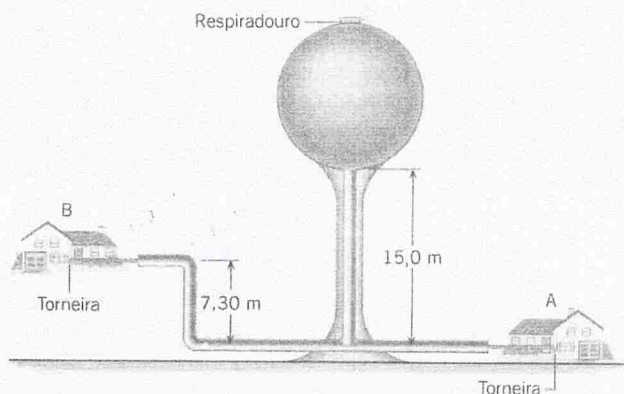
pressão vão até duas toneladas americanas¹⁶. É possível que o barossauro tenha tido vários corações menores.


20.  Em um dado instante, a pressão sanguínea do coração é de $1,6 \times 10^4$ Pa. Se uma artéria no cérebro estiver 0,45 m acima do coração, qual será a pressão na artéria? Ignore quaisquer variações de pressão provocadas pelo escoamento do sangue.

21. A fossa das Marianas¹⁷ está localizada no oceano Pacífico a uma profundidade de cerca de 11 000 m abaixo da superfície da água. A massa específica da água do mar é igual a 1025 kg/m^3 . (a) Se um veículo submarino fosse explorar tal profundidade, que força a água exerceria sobre as janelas de observação do veículo (raio = 0,10 m)? (b) Para efeitos de comparação, determine o peso de um avião comercial a jato cuja massa é de $1,2 \times 10^5$ kg.

22. Uma piscina retangular possui um comprimento de 15 m, medido ao longo da superfície da água. Ao longo deste comprimento, o fundo plano da piscina tem uma inclinação para baixo de 11° em relação à horizontal, de um extremo ao outro. Em quanto a pressão no fundo do extremo mais profundo excede a pressão no fundo do extremo raso?

23. Um castelo d'água é uma imagem familiar em muitas cidades pequenas. O propósito deste tipo de torre é fornecer capacidade de armazenamento e pressão suficiente nas tubulações que distribuem a água aos consumidores. O desenho mostra um reservatório esférico que contém $5,25 \times 10^5$ kg de água quando cheio. O reservatório tem um respiradouro ligado à atmosfera na parte mais alta. Para um reservatório cheio, determine a pressão manométrica que a água tem na torneira (a) da casa A e (b) da casa B. Ignore o diâmetro das tubulações de distribuição.



24.  Os pulmões humanos conseguem funcionar satisfatoriamente até um limite no qual a diferença de pressão entre o lado de fora e o lado de dentro dos pulmões é um vigésimo de uma atmosfera. Se uma mergulhadora usar um *snorkel* para respirar, até que profundidade abaixo da água ela consegue nadar? Suponha que a mergulhadora esteja em água salgada cuja massa específica é igual a 1025 kg/m^3 .

25. Como conhecimento prévio para este problema, reveja o Exemplo Conceitual 6. Uma bomba submersível é colocada debaixo d'água no fundo de um poço e usada para empurrar água para cima através de uma tubulação. Qual a pressão manométrica mínima de saída que deve ser gerada pela bomba para fazer a água alcançar o bocal no nível do chão, 71 m acima da bomba?

* 26. Um barômetro de mercúrio está marcando 747,0 mm no telhado de um edifício e 760,0 mm no chão. Supondo um valor constante de

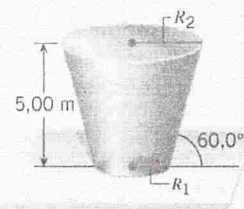
$1,29 \text{ kg/m}^3$ para a massa específica do ar, determine a altura do edifício.

* 27. Despeja-se mercúrio dentro de um vidro alto. Depois se despeja álcool etílico por cima do mercúrio até que a altura do próprio álcool etílico seja de 110 cm. Os dois líquidos não se misturam, e a pressão do ar na parte mais alta do álcool etílico é igual a uma atmosfera. Qual a pressão absoluta em um ponto que está 7,10 cm abaixo da interface álcool etílico-mercúrio?

* 28. A Figura 11.12 mostra um barômetro de mercúrio. Considere dois barômetros, um usando mercúrio e outro usando um líquido desconhecido. Suponha que a pressão acima do líquido em cada tubo seja mantida no mesmo valor P , entre zero e a pressão atmosférica. A altura do líquido desconhecido é 16 vezes maior do que a altura do mercúrio. Determine a massa específica do líquido desconhecido.

* 29. Um recipiente de 1,00 m de altura está cheio até a borda, parte com mercúrio e o restante com água. O recipiente está aberto para a atmosfera. Qual deve ser a profundidade do mercúrio a fim de que a pressão absoluta no fundo do recipiente seja o dobro da pressão atmosférica?

** 30. Como ilustrado no desenho, um lago possui a forma de um cone invertido com a ponta truncada, tendo uma profundidade de 5,00 m. A pressão atmosférica acima do lago é de $1,01 \times 10^5$ Pa. A superfície circular de cima (raio $\times R_2$) e a superfície circular do fundo (raio $\times R_1$) do lago são ambas paralelas ao chão. O módulo da força que atua sobre a superfície de cima é igual ao módulo da força que atua sobre a superfície do fundo. Obtenha (a) R_2 e (b) R_1 .



Seção 11.5 Princípio de Pascal

31. A pressão atmosférica acima de uma piscina varia de 755 para 765 mm de mercúrio. O fundo da piscina é um retângulo de 12 m \times 24 m. De quanto aumenta a força sobre o fundo da piscina?

32. Na prensa hidráulica usada em um compactador de lixo, os raios do pistão de entrada e do êmbolo de saída são iguais a $6,4 \times 10^{-3}$ m e $5,1 \times 10^{-2}$ m, respectivamente. A diferença de altura entre o pistão de entrada e o êmbolo de saída pode ser desprezada. Qual a força aplicada ao lixo quando a força de entrada é igual a 330 N?

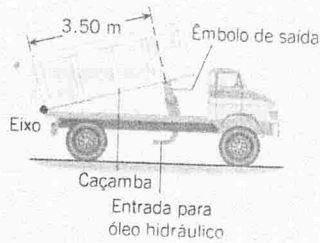
33. Você pode melhor se preparar para este problema revendo o Exemplo 7. O óleo hidráulico em um elevador de carro possui uma massa específica de $8,30 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$. O peso do pistão de entrada é desprezível. Os raios do pistão de entrada e do êmbolo de saída são $7,70 \times 10^{-3}$ m e 0,125 m, respectivamente. Qual a força de entrada F necessária para suportar o peso combinado de 24 500 N de um carro com o êmbolo de saída, quando (a) as superfícies de baixo do pistão e do êmbolo estiverem no mesmo nível, e (b) a superfície de baixo do êmbolo de saída estiver 1,30 m acima da superfície de baixo do pistão de entrada?

34. Uma cadeira de dentista com um paciente sentado pesa 2100 N. O êmbolo de saída de um sistema hidráulico começa a levantar a cadeira quando o pé do dentista aplica uma força de 55 N ao pistão de entrada. Despreze qualquer diferença de altura entre o êmbolo e o pistão. Qual o quociente entre o raio do êmbolo e o raio do pistão?

* 35. Um caminhão basculante usa um cilindro hidráulico, como ilustrado no desenho. Quando ativada pelo operador, uma bomba injeta óleo hidráulico no cilindro a uma pressão absoluta de $3,54 \times 10^6$ Pa e aciona o êmbolo de saída, que possui um raio de 0,150 m. Supondo que o êmbolo permaneça perpendicular ao chão da caçamba, de-

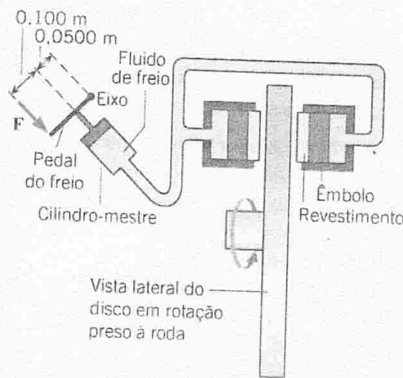
¹⁶Ton: Unidade americana de medida de peso equivalente a 2.000 libras (corresponde à massa de 907 kg). Difere da tonelada britânica que vale 2.240 libras (corresponde à massa de 1.016 kg, sendo mais próxima da tonelada métrica, que corresponde à massa de 1.000 kg). (N.T.)

¹⁷Ponto mais profundo sobre a superfície da Terra. (N.T.)

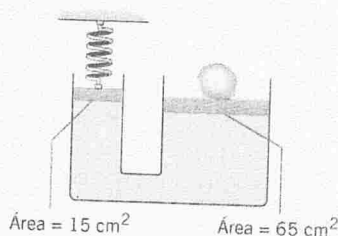


termine o torque que o êmbolo cria em torno do eixo identificado no desenho.

* 36. O desenho mostra um sistema hidráulico usado com freios a disco. A força F é aplicada perpendicularmente ao pedal do freio. O pedal gira em torno do eixo mostrado no desenho e faz com que seja aplicada uma força perpendicularmente ao pistão de entrada (raio = $9,50 \cdot 10^{-3}$ m) no cilindro-mestre. A pressão resultante é transmitida pelo fluido de freio aos êmbolos de saída (raios = $1,90 \cdot 10^{-2}$ m), que estão cobertos com as lonas de freio. As lonas são comprimidas contra ambos os lados de um disco preso à roda girando. Suponha que o módulo de F seja igual a 9,00 N. Considere que o pistão de entrada e os êmbolos de saída estejam no mesmo nível vertical, e determine a força aplicada a cada lado do disco em rotação.



* 37. O desenho mostra uma câmara hidráulica na qual uma mola (rigidez = 1600 N/m) está presa ao pistão de entrada e uma pedra com massa igual a 40,0 kg repousa sobre o êmbolo de saída. O pistão e o êmbolo estão praticamente na mesma altura, e cada um possui uma massa desprezível. De quanto a mola é comprimida a partir da sua posição indeformada?



Seção 11.6 Princípio de Arquimedes

- 38. Um pato está flutuando sobre um lago com 25% do seu volume debaixo d'água. Qual a massa específica média do pato?
- 39. Qual o raio de um balão cheio com hidrogênio que carregaria uma carga de 5750 N (além do peso do hidrogênio) quando a massa específica do ar é igual a $1,29 \text{ kg/m}^3$?
- 40. Apenas uma pequena parte de um iceberg avança para fora d'água, enquanto a maior parte do volume permanece abaixo da superfície. A massa específica do gelo é 917 kg/m^3 e a da água salgada é 1025 kg/m^3 . Determine o percentual do volume do iceberg que está situado debaixo da superfície.
- 41. Um peso de papel, quando pesado no ar, apresenta $W = 6,9 \text{ N}$. No entanto, quando completamente imerso na água, ele possui um peso $W_{\text{na água}} = 4,3 \text{ N}$. Determine o volume do peso de papel.
- 42. Qual a massa total de nadadores que a balsa do Exemplo 8 consegue transportar e flutuar com a sua superfície de cima no nível da água?

43. Uma pessoa consegue modificar o volume do seu corpo inspirando ar nos seus pulmões. O valor da modificação pode ser determinado pesando-se a pessoa debaixo d'água. Suponha que debaixo d'água uma pessoa pese 20,0 N com os pulmões parcialmente cheios e 40,0 N com pulmões vazios. Determine a variação no volume do corpo.

* 44. Qual o menor número de toras inteiras ($\rho = 725 \text{ kg/m}^3$, raio = 0,0800 m, comprimento = 3,00 m) que pode ser usado para construir uma balsa que transportará quatro pessoas, cada qual com uma massa de 80,0 kg?

* 45. Uma caixa cúbica oca possui 0,30 m de aresta. Esta caixa está flutuando em um lago com um terço de sua altura abaixo da superfície. As paredes da caixa possuem espessuras desprezíveis. Despeja-se água dentro da caixa. Qual a profundidade da água na caixa no instante em que a caixa começa a afundar?

* 46. Um objeto é um sólido maciço. Quando o objeto está completamente submerso em álcool etílico, seu peso aparente é igual a 15,2 N. Quando completamente submerso na água, seu peso aparente é igual a 13,7 N. Qual o volume do objeto?

** 47. Um cilindro sólido (raio = 0,150 m, altura = 0,120 m) possui uma massa de 7,00 kg. Este cilindro está flutuando na água. Depois despeja-se óleo ($\rho = 725 \text{ kg/m}^3$) por cima da água até se chegar na situação mostrada no desenho. Quanto da altura do cilindro está no óleo?



* 48. Uma mola é fixada no fundo de uma piscina vazia, com o eixo da mola orientado na vertical. Um bloco de madeira de 8,00 kg ($\rho = 840 \text{ kg/m}^3$) é preso no alto da mola e a comprime. Depois enche-se a piscina com água, cobrindo completamente o bloco. Agora se observa que a mola está esticada de uma quantidade igual ao dobro do quanto estava comprimida. Determine o percentual do volume total do bloco que está vazio. Ignore qualquer ar no espaço vazio.

** 49. Um quilograma de vidro ($\rho = 2,60 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) é moldado na forma de uma casca esférica oca que mal consegue flutuar na água. Quais são os raios externo e interno da casca? Não considere a casca como fina.

Seção 11.8 Equação da Continuidade

- 50. Petróleo está escoando com uma velocidade de 1,22 m/s através de um oleoduto com um raio de 0,305 m. Quantos galões de óleo (1 gal = $3,79 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$) escoam em um dia?
- 51. Água escoo com uma vazão de $1,50 \text{ m}^3/\text{s}$ em uma tubulação. Determine a velocidade da água onde o raio da tubulação é igual a 0,500 m.
- 52. (a) A vazão em uma artéria que fornece sangue ao cérebro é igual a $3,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$. Determine a velocidade média do sangue se o raio da artéria for igual a 5,2 mm. (b) Determine a velocidade média do sangue em uma constrição na artéria se a constrição reduz o raio por um fator de 3. Suponha que a vazão seja a mesma da parte (a).
- 53. Um quarto possui um volume de 120 m^3 . Um sistema de ar-condicionado deve renovar o ar neste quarto a cada vinte minutos, usando dutos com seção transversal quadrada. Supondo que o ar possa ser tratado como um fluido incompressível, determine o comprimento do lado do quadrado se a velocidade do ar no interior dos dutos for de (a) $3,0 \text{ m/s}$ e (b) $5,0 \text{ m/s}$.
- * 54. Três mangueiras de incêndio estão conectadas a um hidrante. Cada mangueira possui um raio de 0,020 m. A água entra no hidrante por meio de uma tubulação subterrânea de raio igual a 0,080 m. Nesta


A

tubulação, a água tem uma velocidade de 3,0 m/s. (a) Quantos quilômetros de água são despejados sobre um incêndio em uma hora? (b) Determine a velocidade da água em cada mangueira.


- * 55. Uma tubulação de água com um raio interno de $6,5 \times 10^{-3}$ m está ligada a um chuveiro que possui 12 furos. A velocidade da água na tubulação é de 1,2 m/s. (a) Qual a vazão na tubulação? (b) Com que velocidade a água sai de um dos furos (raio efetivo do furo = $4,6 \times 10^{-4}$ m)?

Seção 11.9 Equação de Bernoulli,

Seção 11.10 Aplicações da Equação de Bernoulli

56.  Uma maneira de administrar uma inoculação é com uma "pistola" que dispara a vacina através de uma abertura estreita. Não é necessária nenhuma agulha, pois a vacina emerge com velocidade suficiente para passar diretamente para dentro do tecido abaixo da pele. A velocidade é alta, pois a vacina ($\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$) é mantida em um reservatório onde uma alta pressão a empurra para fora. A pressão na superfície da vacina em uma pistola é de $4,1 \times 10^6$ Pa acima da pressão atmosférica fora da abertura estreita. A dosagem é pequena o suficiente para que a superfície da vacina no reservatório seja quase estacionária durante uma inoculação. A altura vertical entre a superfície da vacina no reservatório e a abertura pode ser ignorada. Determine a velocidade com que a vacina emerge.

57. Reveja o Exemplo Conceitual 13 como um auxílio ao entendimento deste problema. Suponha que um vento de 15 m/s esteja soprando no telhado de sua casa. A massa específica do ar é igual a $1,29 \text{ kg/m}^3$. (a) Determine a redução de pressão (abaixo da pressão atmosférica do ar parado) que acompanha este vento. (b) Explique por que alguns telhados são "arrancados pelo vento" durante ventanias.

58.  A velocidade do sangue em um segmento normal de uma artéria horizontal é igual a 0,11 m/s. Um segmento anormal da artéria está mais estreito devido a uma placa arteriosclerótica reduzindo a área da seção transversal para um quarto do valor normal. Qual a diferença das pressões sanguíneas entre os segmentos normal e constrito da artéria?

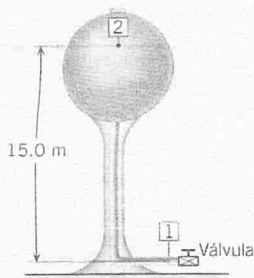
59. A asa de um avião é projetada para que a velocidade do ar que passa por cima da asa seja de 251 m/s quando a velocidade do ar que passa por baixo da asa é igual a 225 m/s. A massa específica do ar é igual a $1,29 \text{ kg/m}^3$. Qual a força de sustentação que atua sobre uma asa de área igual a $24,0 \text{ m}^2$?

60. Uma pequena fissura aparece na base de uma represa de 15,0 m de altura. A área efetiva da fissura pela qual a água escapa é igual a $1,30 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. (a) Ignorando perdas viscosas, qual a velocidade da água que escapa pela fissura? (b) Quantos metros cúbicos de água por segundo escapam da represa?

61. A água no castelo d'água do desenho é retirada por uma tubulação que se estende até o chão. O escoamento é não-viscoso. (a) Qual a pressão absoluta no ponto 1 se a válvula estiver fechada, considerando que a superfície da água no ponto 2 está sujeita à pressão atmosférica? (b) Qual a pressão absoluta no ponto 1 quando a válvula está aberta e a água está fluindo? Admita que a velocidade da água no ponto 2 é desprezível.

(c) Supondo que a área efetiva da seção transversal da abertura da válvula é igual a $2,00 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, determine a vazão no ponto 1.

- * 62. Em um tanque fechado muito grande, a pressão absoluta do ar acima da água é de $6,01 \times 10^5$ Pa. A água sai do fundo do tanque

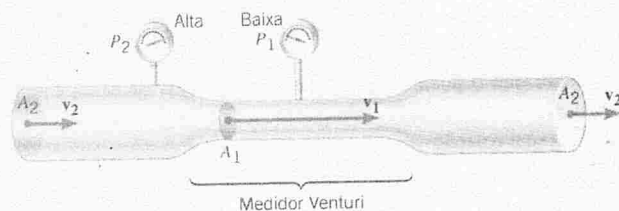


por meio de um bocal que está orientado na direção vertical e para cima. A abertura do bocal está 4,00 m abaixo da superfície da água. (a) Determine a velocidade com que a água sai do bocal. (b) Ignorando a resistência do ar e efeitos viscosos, determine a altura até onde a água sobe.

- * 63. A construção de um telhado retangular plano ($5,0 \text{ m} \times 6,3 \text{ m}$) permite que ele resista a uma força resultante máxima para fora de 22 000 N. A massa específica do ar é igual a $1,29 \text{ kg/m}^3$. Com que velocidade do vento este telhado será arrancado?

- * 64. Uma bomba e sua tubulação horizontal de tomada d'água estão localizadas 12 m abaixo da superfície de um reservatório. A velocidade da água na tubulação de tomada d'água com que diminua a pressão neste local, de acordo com o princípio de Bernoulli. Admitindo um escoamento não-viscoso, qual a velocidade máxima com que a água pode escoar pela tubulação da tomada d'água?

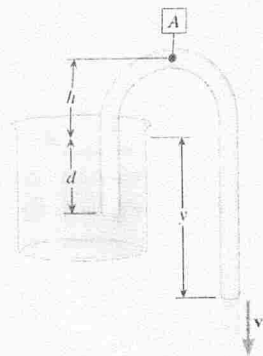
- * 65. Um medidor Venturi é um dispositivo para medir a velocidade de um fluido dentro de uma tubulação. O desenho mostra um gás escoando a uma velocidade v_2 em um trecho horizontal de uma tubulação cuja área da seção transversal é $A_2 = 0,0700 \text{ m}^2$. O gás possui uma massa específica $\rho = 1,30 \text{ kg/m}^3$. O medidor Venturi possui uma área da seção transversal $A_1 = 0,0500 \text{ m}^2$ e substituiu um trecho da tubulação de maior diâmetro. A diferença de pressão entre os dois trechos é $P_1 - P_2 = 120 \text{ Pa}$. Determine (a) a velocidade v_2 do gás na tubulação original de maior diâmetro e (b) a vazão Q do gás.



- * 66. Um líquido está escoando em uma tubulação horizontal cujo raio é igual a 0,0200 m. A tubulação faz uma curva para cima, segue reta na vertical por uma altura de 10,0 m, e se une à outra tubulação horizontal cujo raio é igual a 0,0400 m. Qual vazão manterá as pressões nas duas tubulações iguais?

- * 67. Um avião possui uma área superficial de asa efetiva de 16 m^2 que está gerando a força de sustentação (ou lift). Em vôo horizontal (também chamado de vôo nivelado), a velocidade do ar que passa por cima das asas é igual a 62,0 m/s, enquanto a velocidade do ar por baixo das asas é igual a 54,0 m/s. Qual o peso do avião?

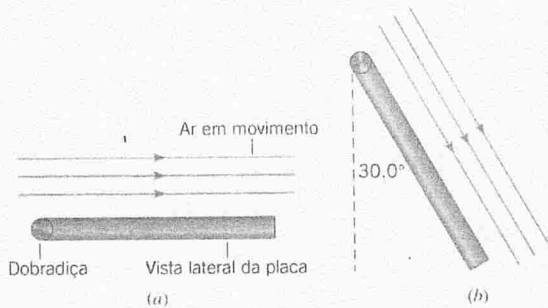
- ** 68. Um tubo sifonado é útil para remover líquido de um tanque. O tubo sifonado inicialmente é preenchido com líquido e depois insere-se uma extremidade no tanque. O líquido, então, é retirado pela outra extremidade, como ilustrado no desenho. (a) Usando um raciocínio semelhante àquele empregado para se obter o teorema de Torricelli, deduza uma expressão para a velocidade v do fluido que emerge do tubo. Esta expressão deveria fornecer v em termos da altura vertical y e da aceleração da gravidade g . (Observe que esta velocidade não depende da profundidade d do tubo debaixo da superfície do líquido.) (b) Para



5

que valor da distância vertical y o sifão pára de funcionar? (c) Deduza uma expressão para a pressão absoluta no ponto mais alto do sifão (ponto A) em termos da pressão atmosférica P_0 , da massa específica do fluido ρ , de g , e das alturas h e y . (Note que a velocidade do fluido no ponto A é a mesma que a velocidade do fluido que emerge do tubo, pois a área da seção transversal do tubo é a mesma em todos os lugares.)

- ** 69. Uma placa retangular uniforme está pendurada verticalmente para baixo podendo girar em torno de uma dobradiça que passa ao longo de sua borda esquerda. Soprando-se ar a 11.0 m/s apenas sobre a parte de cima da placa, é possível manter a placa em uma posição horizontal, conforme ilustrado na parte a do desenho. Até que valor a velocidade do ar deveria ser reduzida para que a placa mantenha um ângulo de 30.0° em relação à vertical. como na parte b do desenho? (Sugestão: Aplique a equação de Bernoulli na forma da Equação 11.12.)



Seção 11.11 Fluido Viscoso

70. Um vaso sanguíneo possui $0,10 \text{ m}$ de comprimento e um raio de $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}$. O sangue ($\eta = 4 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) escoam a uma vazão de $1,0 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$. Determine a diferença de pressão que deve ser mantida entre as duas extremidades do vaso.

71. Um comprimento de $1,3 \text{ m}$ de uma tubulação horizontal possui um raio de $6,4 \times 10^{-3} \text{ m}$. A água escoam a uma vazão de $9,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ para fora da extremidade direita da tubulação, saindo no ar. Qual a pressão na água que está escoando na extremidade esquerda da tubulação se a água se comporta como (a) um fluido ideal e (b) um fluido viscoso ($\eta = 1,00 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$)?

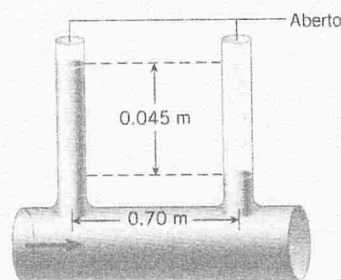
72. Um duto de ar cilíndrico em um sistema de ar-condicionado possui um comprimento de $5,5 \text{ m}$ e um raio de $7,2 \times 10^{-2} \text{ m}$. Um ventilador força o ar ($\eta = 1,8 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) a se deslocar no duto, para que o ar em um ambiente (volume = 280 m^3) seja renovado a cada dez minutos. Determine a diferença de pressão entre as extremidades do duto de ar.

73. Uma diferença de pressão de $1,8 \times 10^3 \text{ Pa}$ é necessária para movimentar a água ($\eta = 1,0 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) numa tubulação cujo raio é igual a $5,1 \times 10^{-3} \text{ m}$. A vazão da água é igual a $2,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Qual o comprimento da tubulação?

74. A lei de Poiseuille permanece válida enquanto o escoamento do fluido é laminar. Para velocidades suficientemente elevadas, no entanto, o escoamento passa a ser turbulento, mesmo se o fluido estiver se movendo numa tubulação lisa sem restrições. Constata-se experimentalmente que o escoamento é laminar enquanto o número de Reynolds Re for menor do que cerca de 2000: $Re = 2\bar{v} \rho R / \eta$. Nesta expressão \bar{v} , ρ e η são, respectivamente, a velocidade escalar média, a massa específica e a viscosidade absoluta do fluido, e R é o raio da tubulação. Calcule o valor mais elevado da velocidade média que o sangue ($\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$, $\eta = 4,0 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) poderia ter e ainda permanecer em escoamento laminar quando ele flui pela aorta ($R = 8,0 \times 10^{-3} \text{ m}$).

* 75. Quando um objeto se move através de um fluido, o fluido exerce uma força viscosa F sobre o objeto que tende a reduzir a sua velocidade. Para uma pequena esfera de raio R , movendo-se lentamente com uma velocidade escalar v , o módulo da força viscosa é dado pela lei de Stokes, $F = 6 \pi \eta R v$, onde η é a viscosidade dinâmica (ou viscosidade absoluta) do fluido. (a) Qual a força viscosa que atua sobre uma esfera de raio $R = 5,0 \times 10^{-4} \text{ m}$ caindo através da água ($\eta = 1,00 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) quando a esfera possui uma velocidade de $3,0 \text{ m/s}$? (b) A velocidade da esfera em queda aumenta até que a força viscosa equilibre o peso da esfera. Daí para a frente, a resultante de forças atuando sobre a esfera se anula, e ela cai com uma velocidade constante chamada "velocidade terminal". Se a esfera possui uma massa de $1,0 \times 10^{-5} \text{ kg}$, qual é a sua velocidade terminal?

* 76. Uma vazão de $0,014 \text{ m}^3/\text{s}$ de água ($\eta = 1,00 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) está escoando numa tubulação horizontal. Como mostrado no desenho, existem dois tubos verticais que se projetam a partir da tubulação. Partindo dos dados no desenho, determine o raio da tubulação horizontal.

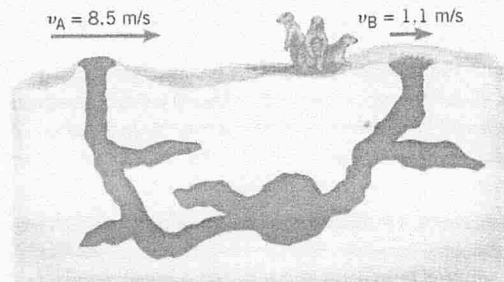


Problema 76

Problemas Adicionais

77. Reveja o Exemplo Conceitual 6 como um auxílio ao entendimento deste problema. Considere a bomba do lado direito da Figura 11.11, que atua para reduzir a pressão do ar na tubulação. A pressão do ar fora da tubulação é igual a uma atmosfera. Determine a profundidade máxima da qual esta bomba consegue extrair água do poço.

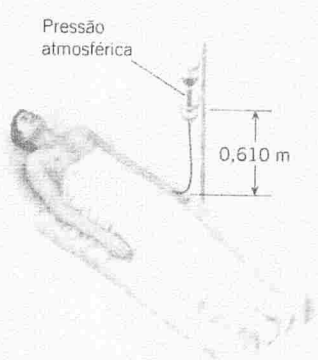
78. Cães-de-pradaria são roedores que fazem tocas. Eles não se sufocam em suas tocas, porque o efeito da velocidade do ar sobre a pressão cria circulação de ar suficiente. Os animais mantêm uma diferença nas formas das duas entradas para a toca, e por causa desta diferença, o ar ($\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$) sopra pelas aberturas com diferen-

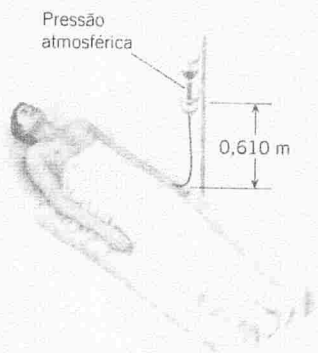


6

tes velocidades, como indica o desenho. Supondo que as aberturas estejam no mesmo nível vertical, determine a diferença de pressão do ar entre as aberturas e indique de que forma o ar circula.


79. Um bloco de $0,10 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$ está suspenso por um fio e completamente debaixo d'água. Qual a força de empuxo que atua sobre o bloco?


80.  O desenho mostra uma alimentação endovenosa. Com a distância mostrada, a solução nutritiva ($\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$) consegue apenas entrar no sangue da veia. Qual é a pressão manométrica do sangue venoso? Expresse a sua resposta em milímetros de mercúrio.



81. Uma das extremidades de um fio está presa a um teto, e uma bola sólida de latão é amarrada à extremidade inferior. A tração no fio é igual a 120 N . Qual o raio da bola de latão?

82. Uma estrela de nêutrons é formada por nêutrons e possui massas específicas incrivelmente altas. Uma massa e um raio típicos para uma estrela de nêutrons poderia ser de $2,7 \times 10^{28} \text{ kg}$ e $1,2 \times 10^3 \text{ m}$. (a) Determine a massa específica de uma destas estrelas. (b) Se uma moeda de dez centavos de dólar (*dime*) ($V = 2,0 \times 10^{-7} \text{ m}^3$) fosse confeccionada com este material, quanto ela pesaria (em libras)?

83.  Um paciente em recuperação de uma cirurgia está recebendo fluido por via endovenosa. O fluido possui uma massa específica de 1030 kg/m^3 , e $9,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ dele escoa para dentro do paciente a cada seis horas. Determine o fluxo de massa em kg/s .

84.  Uma transfusão de sangue está sendo preparada em uma sala de emergência para uma vítima de acidente. O sangue possui uma massa específica igual a 1060 kg/m^3 e uma viscosidade de $4,0 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$. A agulha que está sendo usada possui um comprimento de $3,0 \text{ cm}$ e um raio interno de $0,25 \text{ mm}$. O médico deseja uma vazão pela agulha de $4,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$. Qual a distância h acima do braço da vítima onde o nível do sangue na garrafa de transfusão deveria estar localizado? Como uma aproximação, suponha que o nível do sangue na garrafa de transfusão e o ponto onde a agulha penetra a veia no braço tenham a mesma pressão de uma atmosfera. (Na realidade, a pressão na veia é ligeiramente superior à pressão atmosférica.)

85. A tubulação de fornecimento de água entra numa casa pelo andar térreo. A tubulação possui uma pressão manométrica de $1,90 \times 10^5 \text{ Pa}$. (a) Uma torneira no andar de cima, $6,50 \text{ m}$ acima do térreo, está fechada. Qual a pressão manométrica nesta torneira? (b) Até que altura uma torneira poderia ser colocada antes que deixasse de sair água, mesmo se a mesma estivesse aberta?

86. (a) A massa e o raio do Sol são iguais a $1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ e $6,96 \times 10^8 \text{ m}$, respectivamente. Qual é a sua massa específica? (b) Se um objeto sólido é feito de um material com a mesma massa específica

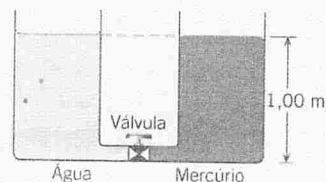
do Sol, ele afundaria ou flutuaria na água? Por quê? (c) Um objeto sólido afundaria ou flutuaria na água se seu material tivesse a mesma massa específica que a do planeta Saturno (massa = $5,7 \times 10^{-6} \text{ kg}$, raio = $6,0 \times 10^7 \text{ m}$)? Forneça uma explicação para a sua resposta.

* 87. Em um bocal ajustável para uma mangueira de jardim, um tampão cilíndrico está alinhado com o eixo da mangueira e pode ser inserido na abertura da mangueira. A finalidade do tampão é alterar a velocidade da água que sai da mangueira. A velocidade da água passando ao redor do tampão deve ser três vezes maior que a velocidade da água antes de ela encontrar o tampão. Determine o quociente entre o raio do tampão e o raio interno da mangueira.

* 88. Uma maleta (massa $m = 16 \text{ kg}$) está apoiada sobre o piso de um elevador. A parte da maleta em contato com o piso mede $0,50 \text{ m}$ por $0,15 \text{ m}$. O elevador está-se movendo para cima, com uma aceleração cujo módulo é igual a $1,5 \text{ m/s}^2$. Que pressão manométrica está aplicada ao piso debaixo da maleta?

* 89. Uma moeda de meio dólar com a face do presidente Kennedy cunhada em 1967 possui uma massa de $1,150 \times 10^{-2} \text{ kg}$. A moeda é uma mistura de prata com cobre e, na água, pesa $0,1011 \text{ N}$. Determine a massa de prata na moeda.

* 90. Dois recipientes idênticos estão abertos em cima e se comunicam embaixo por meio de um tubo de volume desprezível e uma válvula fechada. Os dois recipientes estão inicialmente preenchidos até a mesma altura de $1,00 \text{ m}$, um com água e o outro com mercúrio, como indicado no desenho. Depois, a válvula é aberta. Água e mercúrio são imiscíveis. Determine o nível do fluido no recipiente da esquerda quando estiver restabelecido o equilíbrio.



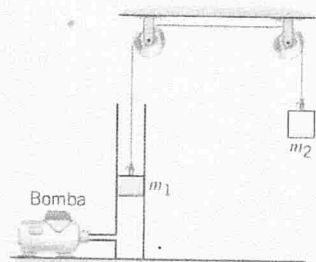
* 91. Um tubo está lacrado nas duas extremidades e contém uma porção de líquido de $0,0100 \text{ m}$ de comprimento. O comprimento do tubo é grande em comparação com $0,0100 \text{ m}$. Não existe ar no tubo, e o vapor no espaço acima do líquido pode ser ignorado. O tubo é posto para girar em um círculo horizontal com uma velocidade angular constante. O eixo de rotação passa por uma extremidade do tubo e, durante o movimento, o líquido se concentra na outra extremidade. A pressão a que o líquido está sujeito é a mesma que ele experimentaria no fundo do tubo, se o tubo estivesse pendurado na vertical e repleto de líquido. Determine a velocidade angular escalar do tubo (em rad/s).

* 92. Uma lata cheia de refrigerante possui uma massa de $0,416 \text{ kg}$. Ela contém $3,54 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ de líquido. Supondo que o refrigerante tenha a mesma massa específica que a água, determine o volume de alumínio usado para fabricar a lata.

* 93. A água que sai de uma torneira cai na vertical, com uma velocidade inicial de $0,50 \text{ m/s}$. A que distância abaixo da torneira o raio da corrente se reduz à metade do seu valor na torneira?

** 94. Um balão de ar quente e sua carga de passageiros e lastro estão flutuando, sem sair do lugar, acima da Terra. Lastro é o peso (de volume desprezível) que pode ser jogado para fora permitindo que o balão suba. O raio deste balão é igual a $6,25 \text{ m}$. Supondo um valor constante de $1,29 \text{ kg/m}^3$ para a massa específica do ar, determine quanto de peso deve ser jogado fora para o balão subir 105 m em $15,0 \text{ s}$.

** 95. O desenho mostra um cilindro equipado com um pistão que possui uma massa m , de $0,500 \text{ kg}$ e um raio de $2,50 \times 10^{-2} \text{ m}$. A parte de cima do pistão está aberta para a atmosfera. A pressão abaixo do pistão é mantida em um valor reduzido (mas constante) por meio



da bomba. Como mostrado, uma corda de massa desprezível está presa ao pistão e passa por duas polias sem massa. A outra extre-

midade da corda está presa a um bloco com uma massa $m_2 = 9,50$ kg. O bloco cai partindo do repouso e percorre uma distância de 1,25 m em 3,30 s. Determine a pressão absoluta debaixo do pistão, ignorando o atrito.

- ** 96. Dois furos circulares, um maior do que o outro, são abertos na lateral de um grande tanque de água cuja parte de cima está aberta, sujeita à pressão atmosférica. O centro de um destes furos está localizado abaixo da superfície a uma distância que é o dobro da distância do centro do outro furo, também até superfície. A vazão da água que sai dos furos é a mesma. (a) Decida qual furo está localizado mais próximo à superfície da água. (b) Calcule o quociente entre o raio do furo maior e o raio do furo menor.

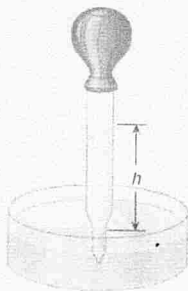
Conceitos & Cálculos Problemas de Aprendizado em Grupo

Nota: Cada um destes problemas é composto por Perguntas Conceituais, seguidas por um Problema quantitativo relacionado. Eles foram concebidos para serem usados por estudantes trabalhando individualmente ou em pequenos grupos de aprendizado. As Perguntas Conceituais envolvem pouca ou nenhuma matemática e têm o objetivo de estimular discussões em grupo. Elas focam os conceitos tratados nos problemas. A identificação dos conceitos constitui o passo inicial essencial em qualquer técnica de solução de problemas.

- 97. Perguntas Conceituais** Um garimpeiro à procura de ouro descobre uma pedra sólida composta unicamente de quartzo e ouro. (a) Qual a relação entre a massa total da pedra m_T , a massa do ouro m_O e a massa do quartzo m_Q ? (b) Qual a relação entre o volume total da pedra V_T , o volume do ouro V_O e o volume do quartzo V_Q ? (c) Qual a relação entre o volume da substância (ouro ou quartzo), a massa da substância e sua massa específica?

Problema A massa e o volume da pedra são 12,0 kg e $4,00 \times 10^{-3}$ m³. Determine a massa de ouro na pedra.

- 98. Perguntas Conceituais** Um regador de molho para carne é formado por um bulbo que pode ser comprimido preso a um tubo plástico. Quando o bulbo é comprimido e solto, com a extremidade aberta do tubo abaixo da superfície do molho para carne, o molho sobe no tubo até uma distância h , como mostrado no desenho. Ele pode, então, ser esguichado sobre a carne. (a) A pressão absoluta no bulbo do desenho é maior ou menor do que a pressão atmosférica? (b) Em uma segunda tentativa, a distância h é um pouco menor do que aparece no desenho. A pressão absoluta no bulbo na segunda tentativa é maior ou menor do que no caso mostrado no desenho? Explique as suas respostas.



Problema Usando $1,013 \times 10^5$ Pa para a pressão atmosférica e 1200 kg/m³ para a massa específica do molho, determine a pressão absoluta no bulbo quando a distância h for igual a (a) 0,15 m e (b) 0,10 m. Verifique se suas respostas estão consistentes com as suas respostas para Perguntas Conceituais.

- 99. Perguntas Conceituais** Um densímetro é um aparelho usado para medir a massa específica de um líquido. Trata-se de um tubo cilíndrico com um peso em uma extremidade, para que ele flutue com a extremidade mais pesada para baixo. Ele fica contido dentro de um grande "conta-gotas de remédio", para dentro do qual o líquido é retirado usando um bulbo de apertar (veja o desenho). Para uso em seu carro, marcas são colocadas sobre o tubo de modo que o nível

no qual ele flutua indique se o líquido é ácido de bateria (mais denso) ou anticongelante (menos denso). (a) Comparado com o peso W do tubo, qual a força de empuxo necessária para fazer o tubo flutuar tanto no ácido de bateria quanto no anticongelante? (b) Para fornecer a força de empuxo necessária, qual o maior volume deslocado pelo densímetro, o do ácido de bateria ou o do anticongelante? (c) Qual marca está mais afastada do fundo do tubo? Justifique as suas respostas.

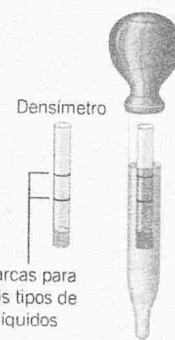
Problema O densímetro possui um peso $W = 5,88 \times 10^{-2}$ N e uma área da seção transversal $A = 7,85 \times 10^{-5}$ m². A que distância do fundo do tubo deveria ser colocada a marca que indica (a) o ácido de bateria ($\rho = 1280$ kg/m³) e (b) o anticongelante ($\rho = 1073$ kg/m³)? Verifique se suas respostas estão consistentes com as suas respostas para Perguntas Conceituais.

- 100. Perguntas Conceituais** Uma corrente de água sai de uma torneira aberta e escoava para baixo na vertical. Os efeitos de resistência do ar e viscosidade podem ser ignorados. (a) Depois que a água caiu um pouco abaixo da torneira, a sua velocidade é menor, maior ou igual àquela que tinha ao sair da torneira? (b) A vazão em metros cúbicos por segundo é menor, maior ou igual àquela que existia quando a água saiu da torneira? (c) A área da seção transversal da corrente de água é menor, maior ou igual à que existia quando a água saiu da torneira? Forneça seu raciocínio.

Problema A área da seção transversal da torneira é igual a $1,8 \times 10^{-4}$ m², e a velocidade da água é igual a 0,85 m/s ao sair da torneira. Ignorando a resistência do ar, determine a área da seção transversal da corrente de água em um ponto 0,10 m abaixo da torneira. Certifique-se de que sua resposta está consistente com as suas respostas para Perguntas Conceituais.

- 101. Perguntas Conceituais** Uma corrente de água escoando para fora de uma tubulação horizontal emerge através de um bocal. O bocal possui um raio menor do que o da tubulação. Trate a água como um fluido ideal. (a) Qual a implicação do fato de a tubulação ser horizontal na elevação e da tubulação acima do solo? (b) A velocidade com que a água escoava na tubulação é maior, menor ou igual à velocidade com que a água emerge do bocal? (c) A água emergente está à pressão atmosférica. A pressão absoluta da água na tubulação é maior, menor ou igual à pressão atmosférica? Explique as suas respostas.

Problema O raio da tubulação é igual a 1,9 cm e o raio do bocal é igual a 0,48 cm. A velocidade da água na tubulação é igual a 0,62 m/s. Determine a pressão absoluta da água na tubulação. Verifique



8

se sua resposta está consistente com as suas respostas para Perguntas Conceituais.

102. Perguntas Conceituais Um navio está flutuando em um lago. O porão corresponde ao espaço interior abaixo do seu convés e está aberto para a atmosfera. O casco possui um furo, abaixo da linha d'água, portanto está entrando água para dentro do porão. (a) Qual a relação entre a quantidade de água entrando no porão por segundo (em m^3/s), a velocidade da água entrando e a área do furo? (b) Com que velocidade aproximada está-se movendo a água na superfície do lago? Justifique a sua resposta. (c) O que provoca a aceleração da água quando ela se move da superfície do lago para dentro do furo que está debaixo da linha d'água? Explique.

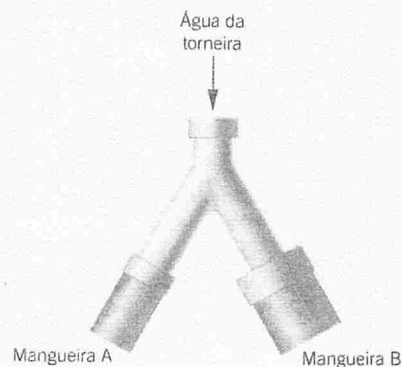
Problema A área efetiva do furo é igual a $8,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ e está localizado 2,0 m abaixo da superfície do lago. Que volume de água por segundo entra no navio?

* **103. Perguntas Conceituais** Um balão de ar quente está acelerando para cima sob a influência de duas forças, seu peso (incluindo o peso do ar quente no interior do balão) e a força de empuxo. (a) Como se determina o peso de ar quente a partir do conhecimento de sua massa específica $\rho_{\text{ar quente}}$ e do volume V do balão? (b) A força de empuxo depende da massa específica do ar quente no lado de dentro do balão, da massa específica do ar fresco no lado de fora do balão, ou das duas? Forneça uma explicação para a sua resposta. (c) Desenhe um diagrama de corpo livre para o balão, mostrando as forças que atuam sobre ele. Qual a relação entre a aceleração para cima do balão, estas forças e a massa do balão?

Problema O ar quente no interior do balão possui uma massa específica $\rho_{\text{ar quente}} = 0,93 \text{ kg/m}^3$, enquanto o ar fresco no lado de fora

possui massa específica $\rho_{\text{ar fresco}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$. Qual a aceleração do balão em ascensão? Por simplicidade, despreze a massa do tecido do balão e a cesta; considere apenas a massa de ar quente no interior do balão.

104. Perguntas Conceituais Duas mangueiras estão ligadas à mesma torneira usando um conector Y, como mostrado no desenho. As mangueiras A e B possuem o mesmo comprimento, mas a mangueira B possui um raio maior. Cada mangueira está aberta para a atmosfera na extremidade por onde sai a água. A água esco



nas duas mangueiras como um fluido viscoso, e a lei de Poiseuille [$Q = \pi R^4 (P_2 - P_1) / (8\eta L)$] se aplica a cada uma delas. Nesta lei, P_2 é a pressão a montante, P_1 é a pressão a jusante, e Q é a vazão. (a) Para as mangueiras A e B, o valor do termo $P_1 - P_2$ é o mesmo ou é diferente? (b) Qual a relação entre Q , o raio de uma mangueira, e a velocidade da água na mangueira? Justifique as suas respostas.

Problema O quociente entre o raio da mangueira B e o raio da mangueira A é $R_B/R_A = 1,50$. Determine o quociente entre a velocidade da água na mangueira B e aquela na mangueira A.