

P7.82 Um pára-quedista acrobata mediano, com o pára-quedas fechado, pesa 778 N e tem uma área de arrasto $C_A A = 0,84 \text{ m}^2$ caindo de peito, com os braços e as pernas abertos, e $0,11 \text{ m}^2$ em pé (verticalmente) [12, pág. 313]. Quais as velocidades terminais mínima e máxima que podem ser alcançadas por um pára-quedista a 1.524 m de altitude padrão?

P7.84 Uma bola de tênis de mesa pesa 2,6 g e tem um diâmetro de 3,8 cm. Essa bola pode ser suportada por um jato de ar na saída de um aspirador de pó, como na Fig. P7.84. Para ar padrão ao nível do mar, qual é a velocidade necessária do jato?

EXEMPLO 6.3

Ar a 20°C escoar por um tubo de 14 cm de diâmetro em condições de escoamento totalmente desenvolvido. A velocidade na linha de centro é $u_0 = 5 \text{ m/s}$. Usando a Fig. 6.9, calcule (a) a velocidade de atrito u^* , (b) a tensão cisalhante na parede τ_p e (c) a velocidade média $V = Q/A$.

P6.11 Deduza a média temporal da equação da quantidade de movimento na direção x (6.14) por substituição direta das Eqs. (6.12) na equação da quantidade de movimento (6.7). É conveniente escrever a aceleração convectiva como

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial}{\partial x}(u^2) + \frac{\partial}{\partial y}(uv) + \frac{\partial}{\partial z}(uw)$$

que é válida por causa da equação da continuidade, Eq. (6.7)

P6.12 Por analogia com a Eq. (6.14), escreva a equação diferencial da quantidade de movimento média turbulenta para (a) a direção y e (b) a direção z . Quantos termos de tensão turbulenta aparecem em cada equação? Quantas tensões turbulentas diferentes existem para o total das três direções?

P6.13 Os seguintes dados de velocidade do escoamento turbulento $u(y)$, para o ar próximo de uma parede plana e lisa a 24°C e 1 atm, foram obtidos no túnel de vento da Universidade de Rhode Island:

$y, \text{ mm}$	0,635	0,889	1,194	1,397	1,651
$u, \text{ m/s}$	15,6	16,5	17,3	17,6	18,0

Calcule (a) a tensão de cisalhamento na parede e (b) a velocidade u em $y = 5,6 \text{ mm}$.

P6.14 Duas placas infinitas separadas por uma distância h são paralelas ao plano xz , com a placa superior movendo-se à velocidade V , como na Fig. P6.14. Existe um fluido de viscosidade μ a pressão constante entre as placas. Desprezando a gravidade e considerando escoamento turbulento e incompressível $u(y)$ entre as placas, aplique a lei logarítmica e as condições de contorno apropriadas para deduzir uma fórmula para a tensão de cisalhamento adimensional na parede em função da velocidade adimensional da placa. Esboce uma forma típica do perfil $u(y)$.

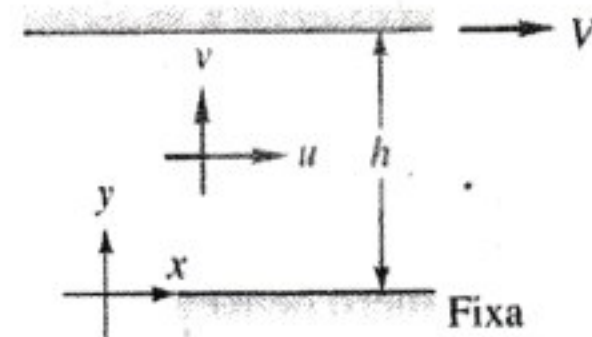


Fig. P6.14

P6.16 Por analogia com o cisalhamento laminar, $\tau = \mu \frac{du}{dy}$, T. V. Boussinesq postulou, em 1877, que o cisalhamento turbulento poderia também ser relacionado com o gradiente de velocidade média $\tau_{\text{turb}} = \epsilon \frac{du}{dy}$, onde ϵ é denominada viscosidade turbulenta e é muito maior que μ . Se a lei de superposição logarítmica (camada intermediária), Eq. (6.21), é válida com $\tau \approx \tau_p$, mostre que $\epsilon \approx \kappa \rho u^* y$.

P6.17 Em 1930, Theodore von Kármán mostrou que o cisalhamento turbulento poderia ser representado por $\tau_{\text{turb}} = \epsilon \frac{du}{dy}$ onde $\epsilon = \rho \kappa^2 y^2 \frac{du}{dy}$ é denominada viscosidade turbulenta do comprimento de mistura e $\kappa = 0,41$ é a constante adimensional do comprimento de mistura de Kármán [2, 3]. Considerando que $\tau_{\text{turb}} \approx \tau_p$ próximo da parede, mostre que essa expressão pode ser integrada para resultar na lei da superposição logarítmica (camada intermediária), Eq. (6.21).

P6.18 Água a 20°C escoar em um tubo de 9 cm de diâmetro em condições totalmente desenvolvidas. A velocidade na linha de centro é 10 m/s. Calcule (a) Q , (b) V , (c) τ_p e (d) Δp para um tubo de 100 m de comprimento.

P8.25 Considere o escoamento fonte/vórtice da Eq. (4.134) simulando um tornado, como na Fig. 8.25. Admita que a circulação em torno do tornado seja $\Gamma = 8.500 \text{ m}^2/\text{s}$ e que a pressão em $r = 40 \text{ m}$ seja 2.200 Pa abaixo da pressão do campo não-perturbado (distante). Considerando escoamento não-viscoso com massa específica ao nível do mar, avalie: (a) a intensidade adequada da fonte - m , (b) a pressão em $r = 15 \text{ m}$ e (c) o ângulo β com o qual as linhas de corrente atravessam o círculo em $r = 40 \text{ m}$ (ver a Fig. P8.25).

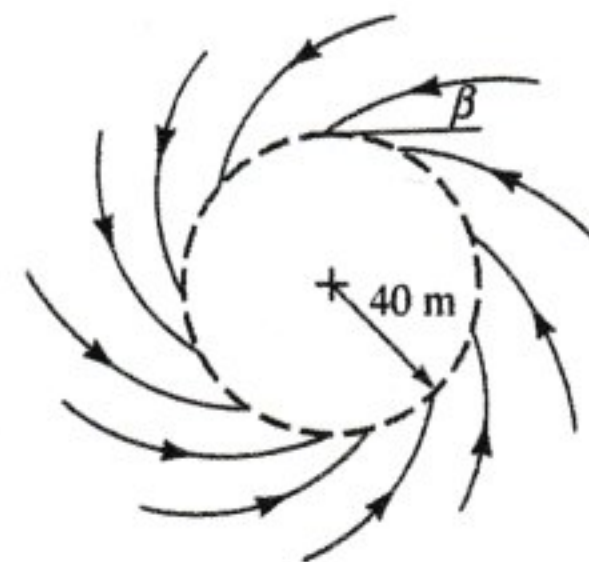


Fig. P8.25

P8.26 Determine o vetor velocidade resultante induzido no ponto A da Fig. P8.26 pela corrente uniforme, pela fonte, pelo sumidouro e pelo vórtice.

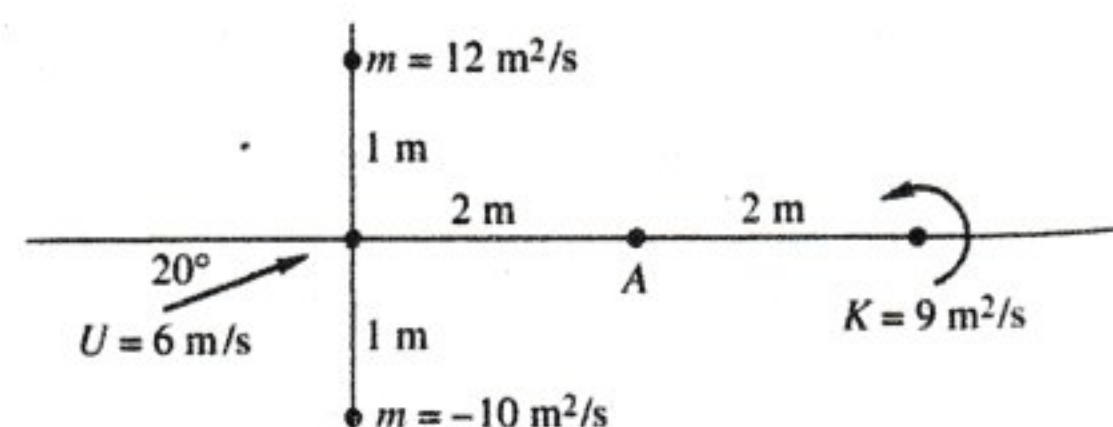


Fig. P8.26