

Escoamento

Externo

Exercícios

6-1 Ar a 30°C e à pressão atmosférica escoia próximo a uma placa plana a 15 m/s . Qual a espessura da camada limite e a tensão de cisalhamento na parede num ponto a $0,6\text{ m}$ da borda de ataque da placa? O número de Reynolds da transição é $0,3 \times 10^6$.

6-2 A camada limite é algumas vezes descrita pela sua *espessura de deslocamento*, δ^* . Essa quantidade é definida como a distância em que a superfície da parede deveria ser movida na direção normal ao escoamento, de forma que a vazão na camada limite fosse igual àquela de um fluido não-viscoso próximo à parede deslocada. δ^* pode ser expresso como

$$\delta^* = \int_0^{\delta} \left(1 - \frac{u}{U} \right) dy$$

Calcule δ^* para a camada limite turbulenta em termos da espessura local δ da camada limite e do número de Reynolds local. Lembre-se que $u/U = (y/\delta)^{1/7}$ para a camada limite turbulenta.

6-3E Na extremidade da camada limite localizada a 7 ft acima de uma praia plana de areia a velocidade do vento é 18 ft/s . Estime a velocidade a $0,5\text{ ft}$ acima da praia.

6-5 Uma prancha de madeira de 1×1 m pesando 105 kg escorrega para baixo numa rampa inclinada coberta por óleo. A distância entre a prancha e a rampa é constante e igual a 0,5 mm. Se o ângulo de inclinação da rampa com a horizontal for de $22,6^\circ$, a velocidade da prancha sobre a rampa será de 0,15 m/s. Estime um valor para a viscosidade dinâmica do óleo.

6-6 Ar escoia próximo a uma placa plana lisa paralela à direção do escoamento. Determine a razão do arrasto de atrito sobre a metade da placa, de $x = 0$ a $x = L/2$, para o arrasto de atrito sobre a placa inteira se:

(a) O escoamento for laminar sobre a placa toda

(b) O escoamento for turbulento sobre a placa toda e $Re_L < 10^7$.

6-7 Ar nas condições padrão ao nível do mar e a 30°C escoia sobre uma placa plana. A velocidade do ar aproximando-se da placa, a velocidade da corrente livre, é 18 m/s. Determine a espessura da camada limite e a tensão de cisalhamento na parede τ_p , a $x = 1$ m da borda de ataque da placa se o escoamento for turbulento a partir dessa borda devido à introdução de um pequeno fio atravessando a placa. Se a placa tiver comprimento total de 4 m, calcule o arrasto de atrito por unidade de largura sobre todo o comprimento da placa para escoamento turbulento (ambos os lados expostos à corrente livre).

6-9 Um mastro de bandeira tem 17 m de altura e 10 cm de diâmetro. Quando um vento sopra na velocidade média de 12,5 m/s determine o momento de flexão na base do mastro se a temperatura do ar for de 30 °C. Suponha que os efeitos da extremidade do mastro são desprezíveis.

6-11 O casco de uma grande barcaça de minério de ferro tem 30 m de comprimento e 12 m de largura. Quando completamente carregada o fundo plano da barcaça está 10 m abaixo da superfície da água, quando está sem carga o fundo está 2 m abaixo da superfície da água. Se a barcaça se mover a 1,5 m/s, estime o arrasto de atrito sobre o casco quando a barcaça estiver vazia e quando estiver cheia. A temperatura da água é de 10 °C e $\nu = 1,308 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

6-12 A lei de Stokes estabelece que o coeficiente de arrasto total sobre uma esfera é

$$C_D = \frac{24}{Re_d}$$

onde $Re_d < 1$. Mostre que a velocidade terminal, V_t , de uma esfera de diâmetro d caindo num fluido de viscosidade μ e densidade ρ_F é

$$V_t = \frac{gd^2(\rho_S - \rho_F)}{18\mu}$$

onde g é a constante gravitacional e ρ_S a densidade da esfera. O fluido é muito viscoso de forma que $Re_d \ll 1$. Como essa relação poderia ser usada para determinar a viscosidade do fluido?

6-18E Um automóvel de formas bem aerodinâmicas tem coeficiente de arrasto $C_D \approx 0,045$. Um automóvel de formas pouco aerodinâmicas tem coeficiente de arrasto $C_D \approx 0,20$. Se cada um destes veículos tiver diâmetro equivalente de 6 ft, determine a potência necessária para vencer a resistência do ar a 60 mph ao nível do mar na atmosfera padrão, isto é, para $T = 60^\circ\text{F}$, $P_{SL} = 2116,2 \text{ lb}_f/\text{ft}^2$ e $\rho_{SL} = 0,07633 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$.

6-20 Um balão esférico tem 6,4 m de diâmetro e está cheio de hélio. A pressão e a temperatura do hélio são iguais às do ar atmosférico a 1.500 m de altitude ($T = -10^\circ\text{C}$ e $P = 84,5 \text{ kPa}$). A massa do balão e dos seus contrapesos é de 65 kg. Se o coeficiente de arrasto do balão for $C_D = 0,21$, baseado na área transversal máxima, determine a velocidade de ascensão do balão.