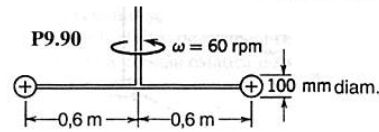


- 9.89 Como parte das comemorações do bicentenário da independência, em 1976, um grupo empreendedor pendurou uma gigantesca bandeira norte-americana (com 59 m de altura e 112 m de largura) nos cabos de suspensão da ponte de Verrazano Narrows. Eles aparentemente relutaram em fazer furos na bandeira para aliviar a força do vento e, efetivamente, tinham uma placa plana perpendicular ao escoamento. A bandeira foi arrancada quando o vento atingiu 16 km/h. Estime a força do vento atuante sobre a bandeira a esta velocidade. Eles deveriam ter ficado surpresos por que a bandeira foi arrancada? $F = 92,3 \text{ kN}$
- 9.90 Um misturador rotativo é construído com dois discos circulares, conforme mostrado. O misturador é acionado a 60 rpm dentro de um grande vaso contendo uma solução de salmoura ($DR = 1,1$). Despreze o arrasto nas hastes e o movimento induzido no líquido. Estime o torque e a potência, mínimos, necessários para acionar o aparelho.

$$T = 86,2 \text{ Nm}$$

$$P = 542 \text{ W}$$



- 9.91 A componente vertical da velocidade de aterrissagem de um pára-quedas deve ser inferior a 6 m/s. A massa total do pára-quedas e pára-quedista é 120 kg. Determine o diâmetro mínimo do pára-quedas, aberto. $D = 6,90 \text{ m}$
- 9.92 Dados balísticos obtidos numa linha de tiro mostram que o arrasto aerodinâmico reduz a velocidade de um projétil de revólver, Magnum 44, de 250 m/s para 210 m/s, num trajeto horizontal de 150 m. O diâmetro e a massa do projétil são, respectivamente, 11,2 mm e 15,6 g. Avalie o coeficiente médio de arrasto do projétil. $C_d = 0,299$

- 9.97 Um atleta bem treinado pode correr de bicicleta a uma velocidade constante de 37 km/h num dia calmo, no esforço máximo. (A massa total do ciclista e da bicicleta é $M = 80 \text{ kg}$. A força de resistência ao rolamento, dos pneus, é $F_R = 4 \text{ N}$. O coeficiente de arrasto e a área frontal da bicicleta e do ciclista são $C_d = 1,2$ e $A = 0,25 \text{ m}^2$.) O atleta apostou que ele pode correr a uma velocidade em relação ao solo de 30 km/h contra um vento frontal de 10 km/h. Determine a potência máxima produzida que o atleta pode manter. Avalie as possibilidades de o atleta ganhar essa aposta. $P_{\text{mx}} = 243 \text{ W}$ $P = 223 \text{ W}$

- 9.105 Um automóvel Ford "Probe GT" é conduzido numa estrada plana a 100 km/h no ar-padrão. A área frontal do veículo é $1,8 \text{ m}^2$ e o coeficiente de arrasto é 0,31. Quanto de potência é necessário para vencer o arrasto aerodinâmico? Estime a velocidade máxima do carro se o motor tem potência nominal de 145 HP. $P = 9,86 \text{ HP}$ $V_{\text{max}} = 68,1 \text{ m/s}$

- 9.116 Um avião antigo tem 60 m de cabos de fixação das asas, esticados, perpendiculares à direção do movimento. O diâmetro do cabo é 6 mm. Baseando os cálculos no escoamento bidimensional em volta dos cabos, que economia de potência poderia ser obtida removendo-se os cabos, se a velocidade for 150 km/h no ar-padrão, ao nível do mar? $P = 19,2 \text{ kW}$

- 9.118 Calcule a velocidade terminal de granizos (admita que são esféricos) de 10 mm, no ar-padrão. $V = 15,4 \text{ m/s}$

- 9.121 Um avião leve reboca uma faixa publicitária sobre um estádio de futebol numa tarde de sábado. A faixa tem 1 m de altura e 12 m de comprimento. De acordo com Hoerner [14], o coeficiente de arrasto baseado na área (Lh), para uma faixa desse tipo, é aproximado por $C_d = 0,05 L/h$, onde L é o comprimento da faixa e h a sua altura. Estime a potência requerida para rebocar a faixa a $V = 90 \text{ km/h}$. Compare com o arrasto de uma placa plana rídea. Por que o arrasto da faixa é maior?

$$P = 69,3 \text{ kW} \quad F_D^{\text{FAIXA}} = 2,77 \text{ kN} \quad F_D^{\text{PLACA}} = 24,0 \text{ N}$$

- 9.142 Um avião está em seu vôo nivelado a 250 km/h através do ar nas condições-padrão. O coeficiente de sustentação nesta velocidade é 0,4 e o coeficiente de arrasto é 0,065. A massa do avião é 850 kg. Calcule a área efetiva de sustentação da aeronave. $A = 7,03 \text{ m}^2$

- 9.146 Os hidrofólios de uma embarcação de efeito de superfície têm uma área total efetiva de $0,7 \text{ m}^2$. Os seus coeficientes de sustentação e arrasto são 1,6 e 0,5, respectivamente. A massa total da embarcação em condição de navegação é 1.800 kg. Determine a velocidade mínima na qual a embarcação é suportada pelos hidrofólios. Nesta velocidade, determine a potência necessária para vencer a resistência da água. Se a embarcação dispuser de um motor de 110 kW, estime a sua velocidade máxima.

$$V_{\text{MIN}} = 5,62 \text{ m/s} \quad P_{\text{MIN}} = 31,0 \text{ kW} \quad V_{\text{MAX}} = 8,57 \text{ m/s}$$

- 13.14 Uma passagem é projetada para expandir o ar isentropicamente para a pressão atmosférica, de um grande tanque nas quais as propriedades são mantidas constantes a 5 C e 304 kPa (abs). A vazão desejada é 1 kg/s. Determine a área de saída da passagem. Plote o número de Mach e a pressão em função da distância ao longo da passagem. $A_e = 1,49 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

- 13.18 Ar esco isentropicamente através de um bocal convergente, para o interior de um receptáculo onde a pressão é 240 kPa. O ar entra no bocal com velocidade desprezível a uma pressão de 406 kPa (abs) e uma temperatura de 95 C. Determine a vazão através do bocal para uma área de garganta de $0,01 \text{ m}^2$. $\dot{M} = 8,50 \text{ kg/s}$

- 13.21 Ar esco de um grande tanque ($p = 650 \text{ kPa}$ (abs), $T = 550 \text{ C}$) através de um bocal convergente, com uma área de garganta de 600 mm^2 , e descarrega para a atmosfera. Determine a vazão em massa do escoamento para escoamento isentrópico através do bocal. $\dot{M} = 0,548 \text{ kg/s}$

- 13.41 Considere o escoamento isentrópico de hélio através de um bocal convergente-divergente de um túnel de vento. A pressão de estagnação na entrada do bocal é 700 kPa (abs) e a temperatura de estagnação é 60 C. Numa seção a jusante da garganta, a pressão é 528 kPa (abs) e a área é $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Nesta seção, determine o número de Mach, a temperatura, a pressão de estagnação e a vazão em massa. $M = 0,60$ $T = 298 \text{ K}$ $p_0 = 700 \text{ kPa}$ $\dot{M} = 0,622 \text{ kg/s}$

- 13.42 Um bocal convergente-divergente, projetado para expandir o ar para $M = 3,0$, tem área de saída de 250 mm^2 . O bocal é aparafusado na lateral de um grande tanque e descarrega para a atmosfera-padrão. O ar no tanque está pressurizado a 4,5 MPa (man), a 750 K. Admita que o escoamento é isentrópico no bocal. Avalie a pressão no plano de saída do bocal. Calcule a vazão em massa de ar através do bocal. $p_e = 125 \text{ kPa}$ $\dot{M} = 0,401 \text{ kg/s}$

- 13.46 Num ponto a montante da garganta de um bocal convergente-divergente a velocidade do ar é 172 m/s; $p = 200 \text{ kPa}$ (abs) e $T = 22 \text{ C}$. O escoamento é isentrópico e supersônico na saída do bocal. Se a área da garganta do bocal for $0,01 \text{ m}^2$, determine a vazão em massa. $\dot{M} = 5,44 \text{ kg/s}$

- 13.48 Ar deve ser expandido através de um bocal convergente-divergente por meio de um processo adiabático sem atrito, de uma pressão de 1,10 MPa (abs) e uma temperatura de 115 C, para uma pressão de 141 kPa (abs). Determine as áreas da garganta e de saída para um bocal bem projetado, sem choque, se a vazão em massa for de 2 kg/s. $A_t = 8,86 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ $A_e = 1,50 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

- 13.52 Um motor de foguete a combustível líquido utiliza hidrogênio e oxigênio. A temperatura e pressão na câmara são 3.300 K e 6,90 MPa. O bocal é projetado para expandir os gases de descarga isentropicamente até uma pressão correspondente a uma altitude de 10 km num dia-padrão. O empuxo produzido pelo motor deve ser de 100 kN, nas condições de projeto. Considere os gases de descarga como vapor d'água e admita comportamento de gás ideal. Determine a vazão em massa do propelente necessária para produzir o empuxo desejado, a área de saída, do bocal e a razão de áreas, A_e/A_t . $\dot{M} = 33 \text{ kg/s}$ $A_e = 0,158 \text{ m}^2$ $A_e/A_t = 18,0$