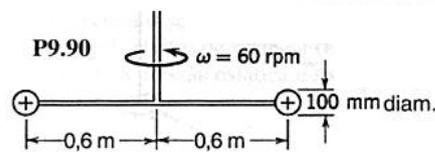


- 9.89 Como parte das comemorações do bicentenário da independência, em 1976, um grupo empreendedor pendurou uma gigantesca bandeira norte-americana (com 59 m de altura e 112 m de largura) nos cabos de suspensão da ponte de Verrazano Narrows. Eles aparentemente relutaram em fazer furos na bandeira para aliviar a força do vento e, efetivamente, tinham uma placa plana perpendicular ao escoamento. A bandeira foi arrancada da sua amarração 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.  $C_d = 0,299$

- 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 escoia 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 m<sup>2</sup>.  $\dot{M} = 8,50 \text{ kg/s}$

- 13.21 Ar escoia 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<sup>2</sup>, 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.

$$M = 0,60 \quad T = 298 \text{ K} \quad p_0 = 700 \text{ kPa} \quad \dot{M} = 0,622 \text{ kg/s}$$

- 13.42 Um bocal convergente-divergente, projetado para expandir o ar para  $M = 3,0$ , tem área de saída de 250 mm<sup>2</sup>. 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.

$$p_e = 125 \text{ kPa} \quad \dot{M} = 0,401 \text{ kg/s}$$

- 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 m<sup>2</sup>, determine a vazão em massa.

$$\dot{M} = 5,44 \text{ kg/s}$$