CAPÍTULO 4 PROBLEMAS

4.1 O campo de velocidades de um escoamento incompressível é dado por

$$v_x = kxz^2 \qquad \text{e} \qquad v_z = Cy$$

em que k e C são constantes. Atendendo à equação da continuidade, determine a componente v_y da velocidade.

4.2 O campo de velocidades de um escoamento incompressível tem as seguintes componentes cilíndricas:

$$v_\theta = Cr \qquad V_z = k(R^2 - r^2), \qquad v_r = 0,$$

em que C e k são constantes e $r \leq R$. Este escoamento satisfaz a equação da continuidade?

4.3 Se a velocidade radial de um escoamento incompressível for

$$v_r = (b \cos\theta)/r^2, \qquad b = \text{constante}$$

qual a forma geral de $v_\theta = (r, \theta)$ que satisfaz a equação da continuidade?

4.4 Num escoamento permanente compressível de um gás através de um orifício, a distribuição de velocidades é aproximadamente unidimensional:

$$v_x = v_0\,(1 + x/L), \qquad \text{com } v_0 \text{ e L constantes}$$

$$v_y = v_z = 0$$

Utilizando a equação da continuidade, encontre uma expressão para a distribuição de massas volúmicas ρ (x), considerando as condições fronteira x = 0 e $\rho = \rho_0$. Em que posição x, será $\rho = 0{,}9\ \rho_0$?

4.5 Em regime permanente e aproximadamente unidimensional, escoa-se ar através do orifício cónico da figura P4.5. Se a velocidade do som é aproximadamente 340 m s^{-1}, qual a razão mínima de diâmetros, para a qual se podem desprezar os efeitos de compressão se

a) $v_0 = 10$ m s^{-1};

b) $v_0 = 30$ m s^{-1}.

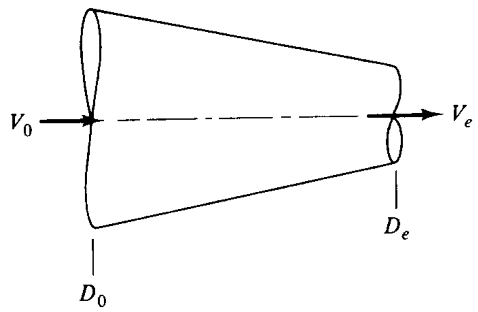


Figura P4.5

4.6 O campo de velocidades de um escoamento permanente, sem atrito e incompressível, apresenta o seguinte campo de velocidades

$$\vec{v} = 2xy\vec{i} + y^2\vec{j}\ .$$

Encontre uma expressão para o gradiente de pressão, na direcção xx e calcule esse gradiente no ponto(1,2,0). Despreze a gravidade.

4.7 Um filme de espessura constante de um líquido viscoso, escoa-se em movimento laminar sobre uma placa inclinada segundo um ângulo θ, como se representa na figura P4.7. O perfil de velocidades é dado por

$$v_x = Cy(2h - y) \qquad v_y = v_z = 0.$$

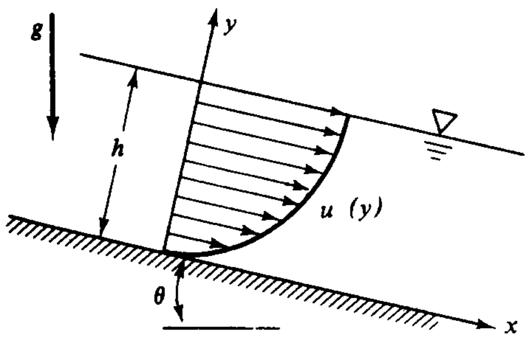


Figura P4.7

Determine a constante C em função da massa volúmica, viscosidade e ângulo θ. Determine o caudal volúmico Q por unidade de largura em termos dos mesmos parâmetros.

4.8 Exprima a equação de Hagen-Poiseuille em função do caudal e do diâmetro da conduta. Se o diâmetro da conduta for duplicado, mantendo-se a mesma queda de pressão, qual a variação que ocorrerá no caudal volúmico?

4.9 Determine a tensão tangencial nas paredes dum tubo de 1 ft de diâmetro, quando o caudal de água causa uma perda de 15 ft em 300 ft de comprimento de tubo. Repita o problema, calculando a tensão a uma distância de 2 in do centro do tubo.

4.10 Calcule o raio hidráulico para uma conduta rectangular de 6 x 14 in^2.

4.11 Baseado nos dados do problema 4.9, calcule a tensão tangencial na parede, se a água escoasse por uma conduta rectangular de 3 x 4 in^2, de igual comprimento e mesma perda de carga.

4.12 Um fluido escoa-se entre duas placas paralelas, distanciadas h. A placa superior move-se à velocidade V_0 e a inferior está fixa. Para que valor do gradiente de pressão a tensão tangencial na parede superior é nula?

4.13 Calcule o mínimo diâmetro de tubo que descarregará 90 galões por minuto de um óleo (υ = 6,55 x 10^{-5} ft^2 s^{-1}), supondo que o regime é laminar.

4.14 Um óleo (densidade = 0,86) é bombeado através de 500 m de um tubo horizontal de 50 mm de diâmetro, ao caudal de 1,25 x 10^{-3} m^3 s^{-1}. Se a queda de pressão for de 2,1 kg cm^{-2}, calcule a viscosidade do óleo.

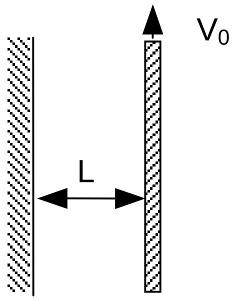
4.15 Um óleo de viscosidade absoluta 0,01 kg s m^{-2} e densidade 0,850 escoa-se através de um tubo de ferro fundido de diâmetro 300 mm e comprimento 3 000 m. Sabendo que o caudal de escoamento é de 0,5 m^3 s^{-1}, determine a perda de carga na tubagem.

4.16 Um óleo combustível pesado escoa-se de A para B através de 3 000 ft de um tubo em aço, horizontal, de 0,5 ft de diâmetro. A pressão em A é 155 psi e em B 5 psi. A viscosidade cinemática é de 4,44 x 10^{-3} ft^2 s^{-1} e a densidade 0,918. Determine o caudal de escoamento em m^3 s^{-1}.

4.17 Calcule o diâmetro duma tubagem que deverá ser instalada para transportar 0,03 $m^3\ s^{-1}$ de óleo combustível pesado a 16 ºC, se a perda na altura disponível, ao longo dos 300 m de comprimento horizontal do tubo, é de 7 m ($\rho_{óleo}$ = 912 kg m^{-3}, $\upsilon = 2 \times 10^{-4}\ m\ s^{-1}$).

4.18 Deduza as expressões de τ e V para o caso de um escoamento de 2 fluidos imiscíveis, de densidades diferentes que se escoam entre 2 placas paralelas devido a um gradiente de pressão.

4.19 Considere o escoamento permanente e completamente desenvolvido de um fluido incompressível entre duas placas paralelas, como mostra a figura P4.19.



Considerando o fluido newtoniano e o escoamento laminar, determine o perfil de velocidades.

4.20 Considere o escoamento permanente no interior de um tubo circular horizontal e de diâmetro constante. Usando as equações de Navier-Stokes, obtenha o perfil de velocidades no interior do tubo, a velocidade média e o gradiente de pressão (fórmula de Hagen-Poiseuille).

4.21 Dado o campo de velocidades

$$v_x = a\,(x^2 - y^2) \qquad v_y = -2axy \qquad v_z = 0$$

determine, se existir, a função corrente, desenhe-a e interprete-a.