

5.1 Quais dos seguintes conjuntos de equações representam possíveis casos de escoamento bidimensional, incompressível?

(a) $u = x + y; v = x - y$

(b) $u = x + 2y; v = x^2 - y^2$

(c) $u = 4x + y; v = x - y^2$

(d) $u = xt + 2y; v = x^2 - yt^2$

(e) $u = xt^2; v = xyt + y^2$

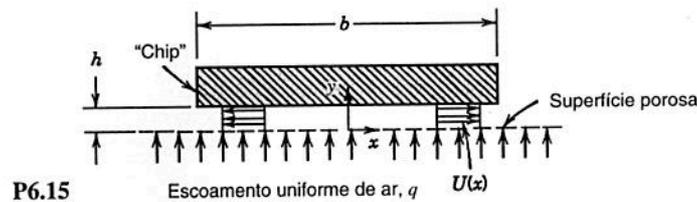
5.3 Quais dos seguintes conjuntos de equações representam possíveis casos de escoamento tridimensional, incompressível?

(a) $u = x + y + z^2; v = x - y + z; w = 2xy + y^2 + 4$

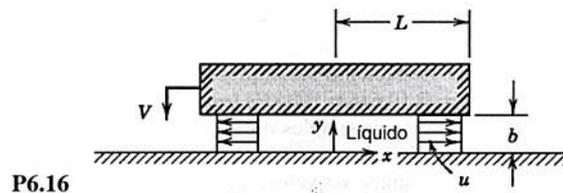
(b) $u = xyz; v = -xyzt^2; w = (z^2/2)(xt^2 - yt)$

(c) $u = y^2 + 2xz; v = -2yz + x^2yz; w = \frac{1}{2}x^2z^2 + x^3y^4$

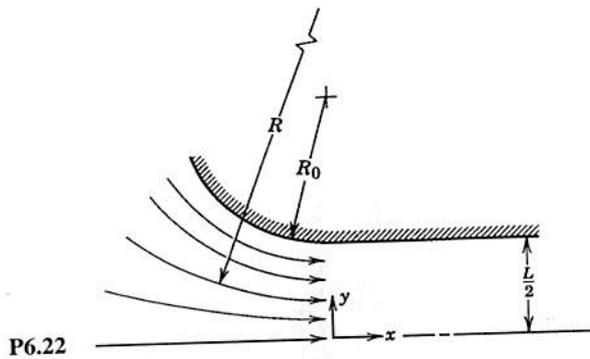
6.15 Um "chip" retangular de microcircuito flutua numa fina camada de ar, com espessura $h = 0,5$ mm, acima de uma superfície porosa. A largura do chip é $b = 20$ mm, conforme mostrado. O seu comprimento, L , é muito grande na direção perpendicular ao plano da figura. Não há escoamento na direção z . Admita que o escoamento na direção x , na fresta sob o chip, é uniforme. O escoamento é incompressível e os efeitos de atrito podem ser desprezados. Use um volume de controle adequadamente escolhido para mostrar que $U(x) = qx/h$,



6.16 Uma camada de líquido separa duas superfícies planas, conforme mostrado. A superfície inferior é estacionária; a superior, move-se para baixo à velocidade constante, V . A superfície móvel tem largura, w , perpendicular ao plano da figura, e $w \gg L$. A camada de líquido incompressível, de massa específica ρ , é espremida para fora do espaço entre as superfícies. Admita que o escoamento é uniforme em qualquer seção e despreze a viscosidade como primeira aproximação. Use um volume de controle adequadamente escolhido para mostrar que $u = Vx/b$ dentro da fresta, onde $b = b_0 - Vt$. ~~Obtenha uma expressão algébrica para a aceleração de uma partícula~~



- 6.22 Para modelar a distribuição de velocidade na seção curva de entrada de um túnel de vento, o raio de curvatura das linhas de corrente é expresso como $R = LR_0/2y$. Em primeira aproximação, admita que a velocidade do ar ao longo de cada linha de corrente é $V = 20$ m/s. Avalie a variação de pressão de $y = 0$ até a parede do túnel em $y = L/2$, se $L = 150$ mm e $R_0 = 0,6$ m. $p_{p2} - p_0 = -30,6 \text{ Pa}$
- 6.23 A variação radial da velocidade na seção média da curva de 180° mostrada é dada por $v/V_0 = \text{constante}$. A seção reta da curva é quadra-



- 6.26 Um tubo do tipo pitot-estático é usado para medir a velocidade na linha de centro de um duto que transporta ar ambiente à pressão de 101 kPa (absoluta) e temperatura de 32 C. Determine a leitura de pressão diferencial em milímetros de água que corresponde a uma velocidade do ar de 28,5 m/s. $\Delta h = 48,06 \text{ mm H}_2\text{O}$
- 6.27 Um tubo do tipo pitot-estático é usado para medir a velocidade do ar fluindo num túnel de vento nas condições-padrão. As pressões de

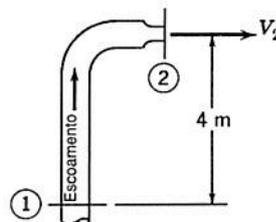
- 6.28 Um avião voa a uma velocidade no ar de 315 quilômetros por hora a 2.500 m de altura na atmosfera-padrão. Avalie a pressão de estagnação no nariz da aeronave. $p_0 = 78,4 \text{ kPa}$
- 6.29 Um tubo do tipo pitot-estático é usado para medir a velocidade do ar nas condições-padrão num ponto de um escoamento. A fim de

evitar de ruído manométrico pode causar tremimentos.

- 6.32 Um túnel de vento em circuito aberto aspira ar da atmosfera através de um bocal com linhas aerodinâmicas. Na seção de teste, onde o escoamento é retilíneo e aproximadamente uniforme, uma tomada de pressão estática é instalada na parede do túnel. Um manômetro conectado à tomada mostra que a pressão estática dentro do túnel é de 45 mm de água abaixo da atmosférica. Admita que o ar é incompressível, e está a 25 C, 100 kPa (absoluta). Calcule a velocidade do ar na seção de teste do túnel de vento. $V = 27,4 \text{ m/s}$
- 6.33 São mostradas a contração de entrada e a seção de teste de um túnel de vento de laboratório. A velocidade do ar na seção de teste é

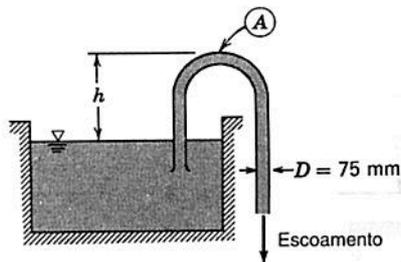
as duas podem não ser idênticas.

- 6.34 Água escoam em regime permanente pelo tubo vertical de 0,1 m de diâmetro, saindo pelo bocal, que tem 0,05 m de diâmetro, descarregando à pressão atmosférica. A velocidade da corrente na saída do bocal deve ser de 20 m/s. Calcule a pressão manométrica requerida na seção ①, admitindo escoamento sem atrito. $p_1 - p_a = 227 \text{ kPa}$



- 6.35 Água escoar num tubo circular. Numa seção, o diâmetro é 0,3 m, a pressão estática é 260 kPa (manométrica), a velocidade é 3 m/s, e a elevação é 10 m acima do nível do solo. Numa seção a jusante, ao nível do solo, o diâmetro do tubo é 0,15 m. Determine a pressão manométrica na seção de jusante, desprezando os efeitos de atrito.

$$p_{MAN} = 290 \text{ kPa}$$



P6.36

$$h_{max} = 7,71 \text{ m}$$

- 6.36 Pode-se considerar que a água escoar sem atrito através do sifão. A vazão em volume é $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$, a temperatura é 20 C , e o diâmetro do tubo é 75 mm. Calcule a máxima altura permissível, h , de modo que a pressão no ponto A fique acima da pressão de vapor da água.

- 6.39 Numa experiência de laboratório, a água flui radialmente, para fora, a velocidade moderada, através do espaço entre discos planos paralelos. O perímetro dos discos é aberto para a atmosfera. Eles têm diâmetro $D = 150 \text{ mm}$ e o espaçamento entre os dois é $h = 0,8 \text{ mm}$. A vazão em massa medida, da água, é $\dot{m} = 305 \text{ g/s}$. Admitindo escoamento sem atrito no espaço entre os discos, estime a pressão estática teórica, naquele espaço, no raio $r = 50 \text{ mm}$. Na situação de laboratório, onde algum atrito existe, a pressão medida no mesmo local seria acima ou abaixo do valor teórico? Por quê?

$$p_{MAN} = -405 \text{ Pa}$$

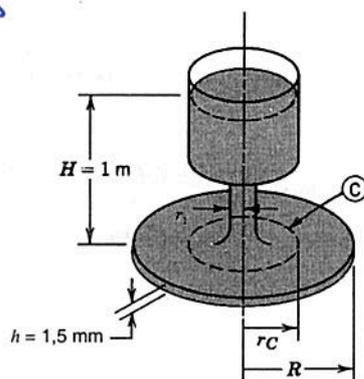
- 6.41 Um bocal de incêndio está acoplado a uma mangueira com diâmetro interno $D = 75 \text{ mm}$. O bocal é de perfil suave e tem diâmetro de saída $d = 25 \text{ mm}$. A pressão de projeto na entrada do bocal é $p_1 = 689 \text{ kPa}$ (manométrica). Avalie a máxima vazão em volume possível para o bocal.

$$Q = 0,018 \text{ m}^3/\text{s}$$

- 6.53 O sistema de escoamento de discos paralelos mostrado contém água. Em primeira aproximação, o atrito pode ser ignorado. Determine a vazão em volume e a pressão no ponto C. ($R = 300 \text{ mm}$ e $r_c = 150 \text{ mm}$.)

$$Q = 1,25 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$p_c = 71,9 \text{ kPa}$$

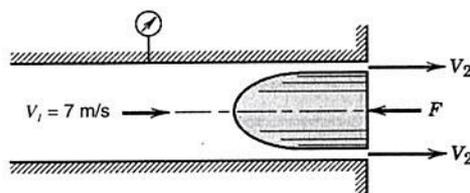


P6.53

- 6.64 Água escoar a baixa velocidade através de um tubo circular com diâmetro interno 50 mm. Um bujão bem arredondado de 40 mm de diâmetro é mantido na extremidade do tubo pela qual a água descarrega para a atmosfera. Ignore efeitos de atrito e admita perfis uniformes de velocidade em cada seção. Determine a pressão medida pelo manômetro e a força requerida para manter o bujão no lugar.

$$p_{MAN} = 164 \text{ kPa}$$

$$F = 153 \text{ N}$$



P6.64