Departamento de Física
Universidade de Aveiro

Termodinâmica e Dinâmica de Fluidos

1º Semestre – Ano Lectivo 2023/24

Problemas: 11ª série

1. Um campo de velocidade bidimensional é dado por $\vec{V} = (x^2 - y^2)\,\hat{\imath} - (2xy + y)\hat{\jmath}$ em unidades arbitrárias. Para $(x, y) = (1,\, 2)$, calcule

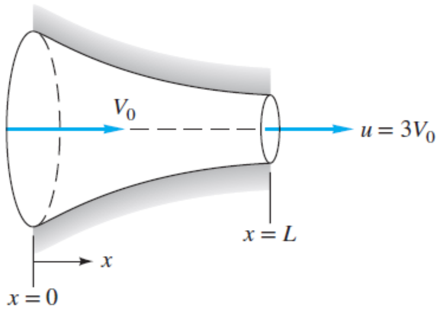
a) as componentes a_x e a_y da aceleração;

b) componente da velocidade na direcção $\theta = 40°$;

c) o ângulo entre a velocidade e a aceleração.

2. O escoamento através do bocal representado na figura pode ser aproximado por um campo de velocidade unidimensional

$$u = V_0\left(1 + \frac{2x}{L}\right) \qquad v \approx 0 \qquad w \approx 0.$$



a) Encontre uma expressão geral para a aceleração do fluido no bocal.

b) Para o caso específico de $V_0 = 3\,\mathrm{m/s}$ e $L = 15\,\mathrm{cm}$ calcule a aceleração, em g's, na entrada e na saída.

3. Um escoamento incompressível idealizado tem a seguinte distribuição tridimensional de velocidades.

$$\vec{V} = 4xy^2\hat{\imath} + f(y)\hat{\jmath} - zy^2\hat{k}.$$

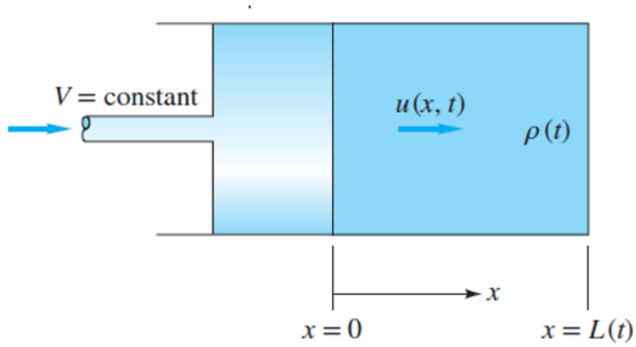
Determine uma forma apropriada para a função $f(y)$.

4. Considere seguinte campo de velocidade, em coordenadas polares planas, num escoamento incompressível.

$$v_r = \frac{C}{r} \qquad v_\theta = \frac{K}{r} \qquad v_z 0.$$

Verifique se a equação de continuidade é satisfeita.

5. Um pistão comprime um gás num cilindro, movendo-se a uma velocidade constante V, como mostrado na Figura. No instante inicial $t = 0$, A densidade do gás e a distância do pistão ao fundo da câmara são ρ_0 e L_0, respectivamente. Assuma que a velocidade do gás varia linearmente entre $u = V$, na face do pistão, e $u = 0$ em $x = L$. Se a densidade do gás variar apenas com o tempo, encontre uma expressão para $\rho(t)$.

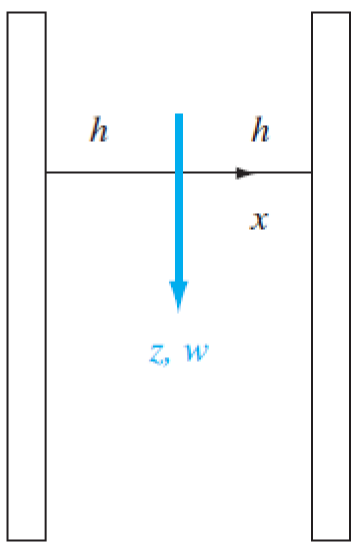


6. Considere um escoamento estacionário, bidimensional e incompressível de um fluido newtoniano no qual o campo de velocidade é dado por: $u = -2xy$, $v = y^2 - x^2$, $w = 0$.

a) Verifique se o escoamento satisfaz a conservação da massa.

b) Encontre o campo de pressão, $p(x, y)$, sabendo que a pressão no ponto $(x = 0, y = 0)$ é a pressão atmosférica, p_a.

7. Um líquido incompressível viscoso, com coeficiente de viscosidade constante, μ, cai devido à gravidade entre duas placas paralelas separadas por uma distância de $2h$, como na figura. Quando o escoamento está totalmente desenvolvido, a velocidade depende apenas da distância às placas $w = w(x)$. Não existem gradientes de pressão, apenas gravidade. Obtenha uma expressão para $w(x)$.



Soluções

1. a) $a_x = 18\,\text{u.a.}$, $\quad \mathrm{a_y} = 26\,\text{u.a.}$, $\qquad$ b) $\vec{V} \cdot \hat{n}_{40^\circ} \approx 5.39\,\text{u.a.}$

2. $\mathrm{d}u/\mathrm{d}t = 2V_0^2/L\;(1 + 2x/L)$

3. $f(y) = -y^3 + C$, onde C é uma constante.

4. Substituir na equação da continuidade em coordenadas cilíndricas.

5. $\rho = \rho_0 \frac{L_0}{L_0 - Vt}$

6. b) $p = p_a - \frac{1}{2}\rho\,(2x^2y^2 + x^4 + y^4)$

7. $w = \frac{\rho g}{2\mu}\,(h^2 - x^2)$