constante.

4.11 Theoremas de Helhmoltz

4.12 Aplicações da Equação de Euler

4.12.1 Caso Hidrostático

4.12.2 Equação de Euler no Referencial Girante da Terra

4.12.3 Vortice de Rankine

4.12.4 Cilindro em uma Superposição de um Campo Constante com um Vortice na Origem(Efeito Magnus e Formula de Joukovsky)

4.12.5 Instabilidade de Kelvin

4.12.6 Ondas de Gravidade

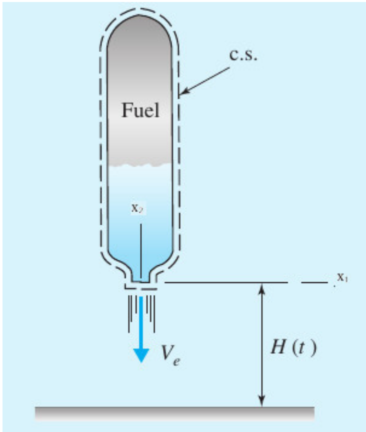
4.12.7 Ondas Sonoras

4.13 Lista de Problemas

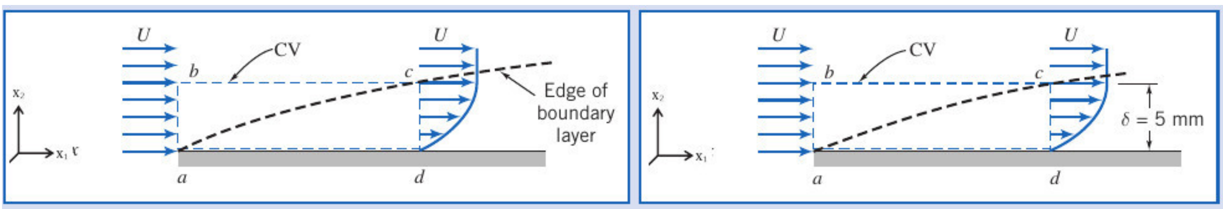
1. Escreva a equação diferencial de momento linear para um fluxo compressível na forma compacta usando notação vetorial.

2. Suponha um fluxo estável com densidade constante. Integre a equação de Euler ao longo de uma linha de corrente no plano do fluxo.

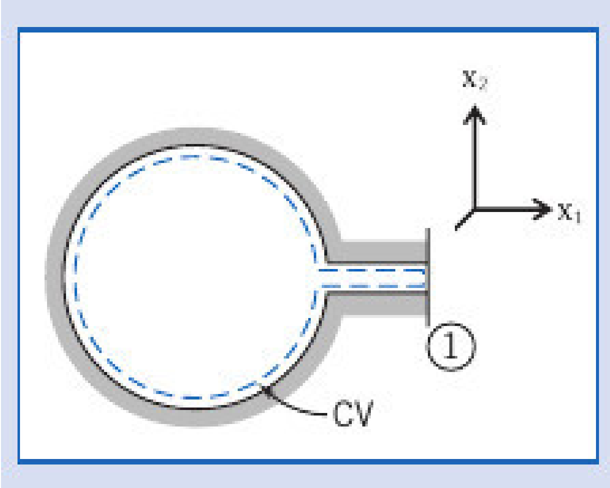
3. O foguete abaixo com massa inicial de $150kg$ queima combustível em uma taxa de $10kg/s$ com velocidade constante de exaustão de $700m/s$. Qual é a aceleração inicial do foguete e sua velocidade após 1 s. Desconsidere a força de resistência do ar sobre o foguete.



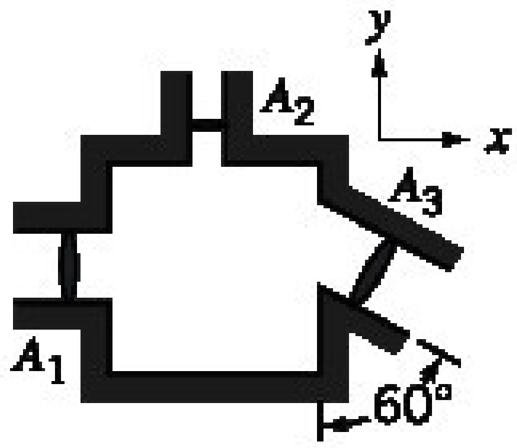
4. O fluido em contato direto com uma fronteira sólida estacionária tem velocidade zero; não há deslizamento na fronteira. Por isso o fluxo sobre uma placa plana adere à superfície da placa e forma uma camada limite, conforme ilustrado abaixo. O fluxo à frente da placa a placa é uniforme com velocidade $\vec{V} = U\hat{i}$; $U = 30m/s$. A distribuição de velocidade dentro da camada limite ($\leq x_2 \leq \delta$ ao longo de cd é aproximado como $u/U = 2(x_2/\delta) - (\gamma/\delta)2$. A espessura da camada-limite na posição d é $\delta = 5mm$. O fluido é ar com massa específica $\rho = 1,24kg/m3$. Supondo que a largura da placa perpendicular ao papel seja $w = 0,6m$, calcule a vazão mássica através da superfície bc do volume de controle $abcd$.



5. Um tanque com volume de $0.05m^3$ contém ar a $800kPa$ (absoluta) e 15^oC. Em $t = 0s$, o ar começa a escapar do tanque através de uma válvula com área de fluxo de $65mm^2$. O ar que passa pela válvula tem uma velocidade de $300m/s$ e uma densidade de $6kg/m^3$. Determine a taxa instantânea de variação da densidade no tanque em $t = 0s$.



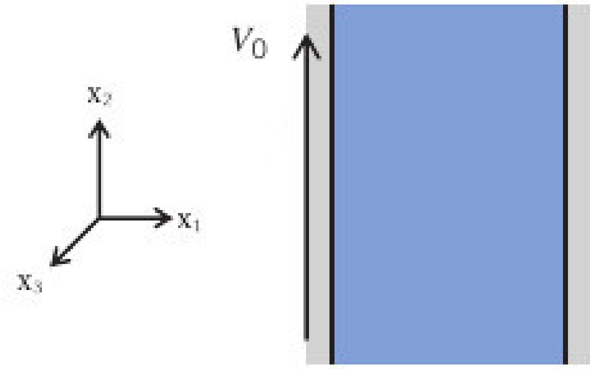
6. Um fluido com densidade de $1.041 g/cm^3$ em um fluxo estável flui através da caixa retangular uniforme na figura a seguir. Sendo $A_1 = 0.5m^2$, $A_2 = 0.1m^2$ e $A_3 = 0.6m^2$, $u_1 = 10\hat{i}m/s$, e $u_1 = 20\hat{j}m/s$, determine u_3. Calcule a taxa líquida de fluxo de momento através a superfície de controle.

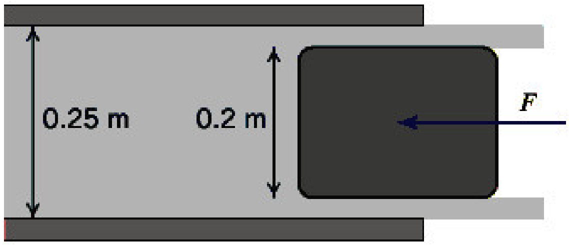


7. Considere um fluxo estável, laminar, totalmente desenvolvido, incompressível entre duas placas infinitas, como mostrado abaixo. O fluxo é devido ao movimento da placa esquerda, bem como a uma o gradiente de pressão aplicado na direção x_2. Dadas as condições de que $\vec{u} \neq \vec{u}(z)$, $u_3 = 0$ e a gravidade aponta no direção de x_2 negativo, prove que $u_1 = 0$ e que o gradiente de pressão na direção y deve ser constante.

8. Ache a força necessária para manter em repouso na saída de um tubo de água. O fluxo volumétrico (Q) é $1.5m^3/s$, e a pressão na entrada (Diâmetro=0.25m) é 3.5 MPa.

9. Um tanque de teste de laboratório contém água do mar de salinidade S e densidade ρ. A água





entra no tanque nas condições $(S_1, \rho_1, A_1, V1)$ e presume-se que se mistura imediatamente no tanque. A água deixa o tanque por uma saída A_2 com velocidade V_2. Se o sal for uma propriedade "que se conserva" (não pode ser criado nem destruída), use o teorema do transporte de Reynolds para encontrar uma expressão para a taxa de variação da massa de sal M_{sal} dentro do tanque.

10. O campo de velocidade a seguir,

$$u_1 = \frac{10x_1}{x_1^2 + x_2^2}$$
$$u_2 = -\frac{10x_2}{x_1^2 + x_2^2}$$

representam um possível fluxo incompressível? Se sim, encontre o gradiente de pressão ∇p assumindo um fluxo sem viscosidade e com forças de corpo desprezíveis.

11. O campo de velocidade a seguir,

$$u_r = 10\left(1 - \frac{1}{r2}\right) cos(\theta)$$
$$u_\theta = -10\left(1 + \frac{1}{r2}\right) sen(\theta)$$

representam um possível fluxo incompressível? Se sim, encontre o gradiente de pressão ∇p assumindo um fluxo sem viscosidade e com forças de corpo desprezíveis.

12. O campo de velocidade a seguir,

$$u_r = 10\left(1 - \frac{8}{r^3}\right) cos(\theta)$$
$$u_\theta = -10\left(1 + \frac{1}{r^3}\right) sen(\theta)$$
$$u_\phi = 0$$

representam um possível fluxo incompressível? Se sim, encontre o gradiente de pressão ∇p assumindo um fluxo sem viscosidade e com forças de corpo desprezíveis.

13. Derive uma expressão para variação vertical de pressão na atmosfera como função da temperatura partindo da equação de momento para um fluido estático considerando a lei do gás ideal. Assuma que $T = T_0 - \gamma x_3$, onde γ é a temperatura de lapso. Faca um grafico da pressão versus temperatura.

γ (°K/km)	z range (km)
6.5	0–12
0	12–22
−1	22–32

14. Um campo de velocidade é dado por $\vec{u} = 30(x_2 - 24x_2^2)ft/s$, $u_2 = 0$ e $u_3 = 0$. Apresente as componestes da tensão em $x_2 = 0.1in$ usando $\mu = 1 \times 10^{-5} lb\, s/ft^2$ e $p = 30psi$. Ache a razão entre $\tau_{x_1x_2}/\sigma_{x_1x_1}$.

15. O campo de velocidades próximo a superfície é aproximado por $u_1 = 10(2x_2/\delta - x_2^2/\delta^2)$,onde $\delta = Cx_1^{4/5}$. Se $\delta = 8m$ em $x_1 = 1000m$, ache $u_2(x_1, x_2)$ assumindo que $x_3 = 0$ e $u_2(x_1, 0) = 0$. Adicionalmente, calcule as componentes da tensão em $(1000, 0)$ usando $\mu = 2 \times 10^{-5} N \cdot s/m2$ e $p = 100kPa$. Assuma o fluxo como incompressível.

16. Um vento com velocidade de $40m/s$ sopra paralelo ao telhado de uma casa. A área do telhado é de $250m^2$. Supondo que a pressão dentro da casa seja a pressão atmosférica, calcule a força exercida pelo vento no telhado e a direção da força.($\rho_{ar} = 1.2kg/m3$) 17. A água flui a uma taxa de $2m/s$ através de um tubo com diâmetro de $1m$. Se a pressão neste ponto for $80kPa$, qual será a pressão da água depois que o tubo se estreitar até atingir um diâmetro de $0.5m$? $\rho_{H_2O} = 1.0kg/l$. Calcule a circulação por unidade de área em torno de um caminho

fechado sem incluir o centro, nos dois tipos de vórtices: (i) $\vec{u_s} = Cr$ (ii) $\vec{u_s} = C/r$, onde u_s é a velocidade tangencial a uma distância r e $C = a$ constante.