MECÂNICA DOS FLUIDOS I
Engenharia Aeroespacial

Repescagem do 2º Teste

24/Janeiro/2015

Duração total (partes teórica e prática): 2 horas

Esta parte realiza-se com consulta de 1 ou 2 livros de texto, as folhas da disciplina e transparências das aulas teóricas.
Apresente um nível adequado de justificação e a fonte bibliográfica das expressões que utilizou se diferentes das utilizadas nas aulas teóricas.

PARTE PRÁTICA

I

(8 valores)

Considere o escoamento de um fluido de massa especifica ρ em torno de um cilindro de raio R, e comprimento L, com velocidade de aproximação não perturbada U_0 e pressão P_0, representado na figura 1. Considerando o escoamento em torno do cilindro como invíscido (sem separação), a velocidade sobre a sua superfície é dada por $U(x) = 2U_0 \sin{(x/R)}$, onde x é a distancia sobre o cilindro, e θ é o ângulo, contados a partir do ponto de estagnação.

a) Calcule a pressão sobre a superfície do cilindro em qualquer ponto (na ausência de separação). (1,0 val.)

b) Qual a resistência aerodinâmica de natureza invíscida neste caso? (1,0 val.)

Considere agora o desenvolvimento de uma camada limite laminar de um fluido Newtoniano com viscosidade dinâmica μ em torno do cilindro, sabendo que esta se separa no ponto x_{sep} (figura 1), e que a pressão na zona de separação é uniforme e igual à pressão no ponto de separação $P(x \geq x_{sep}) = P(x_{sep})$.

c) Usando o método de Thwaites estabeleça a equação algébrica que permite calcular a localização do ponto de separação x_{sep}/R (não resolva a equação). (2,0 val.)

d) Calcule a resistência aerodinâmica de natureza invíscida neste caso, sabendo que a camada limite se separa no ponto $x_{sep}/R = 1{,}823$ ($\theta_{sep} = 104{,}5^o$)? (2,5 val.)

e) Sabendo que o coeficiente de resistência aerodinâmica do cilindro (baseado na área frontal do cilindro) para escoamento laminar é igual a $C_D = 1{,}2$, qual a resistência aerodinâmica de natureza viscosa? (1,5 val.)

NOTAS:

$$\int sin^n(ax)\,dx = -\frac{sin^{n-1}(ax)\cos(ax)}{an} + \frac{n-1}{n}\int sin^{n-2}(ax)\,dx + C$$

$$\int sin^2(ax)\cos{(ax)}\,dx = \frac{sin^3(ax)}{3a} + C$$

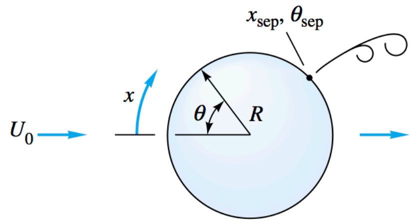

Figura 1: Esquema do cilindro imerso no escoamento com o sistema de coordenadas indicado.

II

(7 valores)

Considere uma tubeira convergente-divergente, com a forma indicada na figura 2, que liga dois reservatórios de grandes dimensões, um de alimentação e outro de descarga. A temperatura no reservatório de alimentação é $T_0 = 353$ K. Considere que o escoamento é adiabático. As áreas das secções transversais são $A_1 = 0{,}1\ \mathrm{m}^2$, $A_2 = 0{,}14\ \mathrm{m}^2$ e $A_3 = 0{,}20\ \mathrm{m}^2$. Utilize o valor $R = 287$ J/(kg K) para a constante de gás perfeito do ar e $\gamma = 1.4$ para a razão de calores específicos do ar.

a) Assumindo que o caudal mássico é $\dot{m} = 200$ kg/s e sabendo que a temperatura na garganta é de $T_1 = 323$ K, calcule a pressão no reservatório de alimentação. (1,5 val.)

b) Qual a pressão p_4 que teria que ter o reservatório de descarga para o escoamento ser supersónico à saída da tubeira (secção 3), em condições de caudal máximo e sem variações de entropia. (2,0 val.)
Nota: *Se não determinou a pressão no reservatório de alimentação considere $p_0 = 1$ MPa.*

c) Alteraram-se as condições no reservatório de descarga de tal modo que ocorre uma onda de choque na tubeira. O valor medido da pressão à saída da tubeira é de $p_3 = 682000 \pm 500$ Pa. Verifique se a onda de choque ocorre na secção 2. Se tal não se verificar, indique se a onda de choque está a montante ou a jusante da secção 2. Justifique. (2.5 val.)

d) Desenhe em diagramas *T-s* separados a evolução do escoamento referente às alíneas a) e c). (1,0 val.)

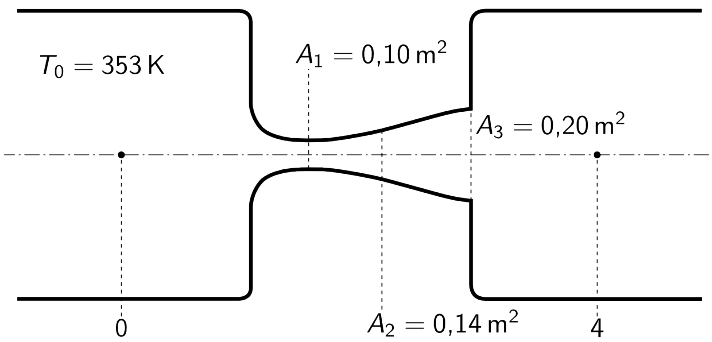

Figura 2: Esquema da tubeira convergente-divergente entre os dois reservatórios.