

2º Teste**19/Dezembro/2014****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)

Em túneis de vento usa-se um alinhador antes da secção de teste para eliminar a rotação e outros escoamentos secundários do escoamento antes da secção de teste. O alinhador consiste numa grelha com $N = 400$ canais rectangulares de lados $a = 3,8 \text{ cm}$ e comprimento $L = 22 \text{ cm}$ tal como representado na figura 1. Sabendo que a velocidade de aproximação é uniforme e igual a $U_0 = 14 \text{ m/s}$, e que o fluido que se escoar no túnel de vento é ar ($\rho = 1,26 \text{ kg/m}^3$; $\nu = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$), pretende calcular-se a queda de pressão e a resistência aerodinâmica de natureza viscosa no alinhador.

Nota: No calculo das camadas limites assuma como primeira aproximação que i) estas não interagem entre si, ii) desenvolvem-se como camadas limites bidimensionais, e iii) desenvolvem-se em gradiente de pressão nulo, iv) desenvolvem-se em regime laminar.

Calcule:

- a) A espessura, a espessura de deslocamento, e a espessura de quantidade de movimento no fim do escoamento ($x = L$) para cada uma das camadas limites que se formam no interior dos elementos do alinhador. (1,5 val.)
- b) A resistência aerodinâmica de natureza viscosa que se obtém num alinhador constituído por N elementos. (1,5 val.)
- c) A velocidade longitudinal fora das camadas limites, no fim do escoamento ($x = L$). (1,5 val.)
- d) A queda de pressão no alinhador. (1,5 val.)
- e) A velocidade normal à placa na extremidade das camadas limites no fim do escoamento $v(x = L, y = \delta(L))$. (2,0 val.)

Note que para U_∞ constante, então $-\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{dU_\infty}{dx} - \frac{\partial u}{\partial x}$

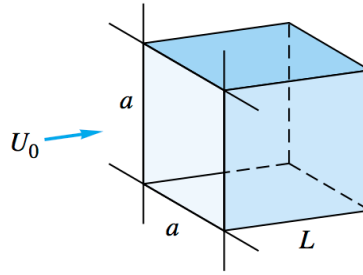


Figura 1: Esquema de um elemento do alinhador usado em túneis de vento.

II

(7 valores)

Considere duas tubeiras convergentes/divergentes com a mesma área de garganta e ligadas entre si por uma conduta de secção constante. A área das duas gargantas é de $0,005 \text{ m}^2$. A primeira tubeira é alimentada por um reservatório de grandes dimensões em que se armazena metano (CH_4) a uma pressão de $7,8 \times 10^5 \text{ Pa}$ e a uma temperatura de 353 K . A constante de gás perfeito para o metano é $R = 518,27 \text{ J/(kg K)}$ e a razão de calores específicos é $\gamma = 1,2987$. Na secção 3 a pressão estática é de $5,6 \times 10^5 \text{ Pa}$. Ocorre uma onda de choque quando a pressão estática atinge o valor de $2,1 \times 10^5 \text{ Pa}$ na parte divergente da primeira tubeira.

- Determine a área da secção onde ocorre a onda de choque e os números de Mach imediatamente antes e depois da onda de choque. (2,0 val.)
- Calcule a área, a temperatura e o número de Mach na secção 3. (2,0 val.)
- Qual o caudal mássico \dot{m}_4 que é necessário extrair no tubo ligado à conduta na secção 4, para garantir que a segunda garganta está em condições sónicas. (2,0 val.)
- Represente num diagrama temperatura/entropia (T,s) a evolução do processo entre o reservatório (0) e a segunda garganta (6). Procure ser qualitativamente rigoroso. (1,0 val.)

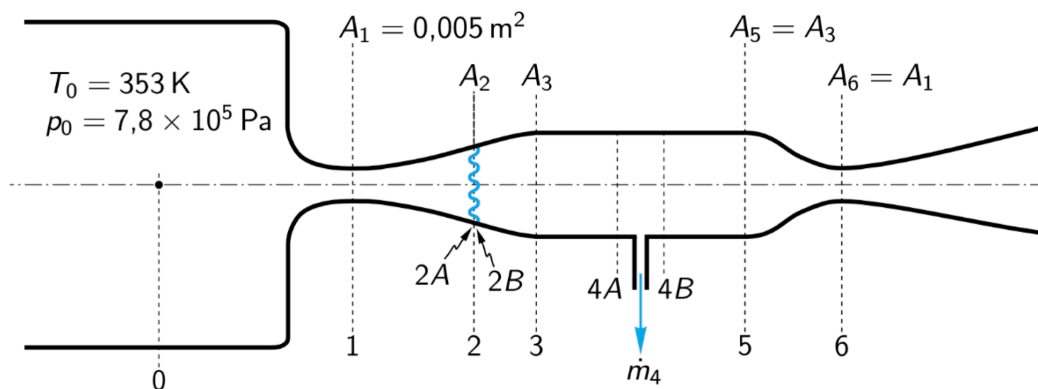


Figura 2: Esquema das duas tubeiras convergentes/divergentes.