



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TM-179 Tóp. Esp. em Eng. Mecânica VIII – Escoamentos Compressíveis
Prof. Luciano Kiyoshi Araki

Observações:

1. Os exercícios devem ser entregues individualmente.
2. Recomenda-se mostrar passo a passo a obtenção das soluções, explicando ao máximo os procedimentos adotados.
3. Data de entrega: 10 de dezembro de 2010.

1 (valor: 1,0) Caracterize um bocal e um difusor supersônicos. Qual a finalidade de tais equipamentos e onde são encontrados?

2. (valor: 1,0) Considerando-se as equações da continuidade, do momentum e da energia na forma diferencial ($d(\rho u A) = 0$; $dp = -\rho u du$; $dh + u du = 0$), obtenha a relação de áreas-velocidades para um escoamento isentrópico quase-unidimensional, dada por

$$\frac{dA}{A} = (M^2 - 1) \frac{du}{u}$$

3. (valor: 1,0) Idealmente, um difusor supersônico poderia ser construído de modo que o escoamento em seu interior fosse isentrópico ao longo de todo o escoamento. Na prática, porém, isso não é possível. Comente esta afirmação, indicando, também, os motivos pelos quais os difusores supersônicos nunca conseguem ser construídos de modo a se obter a máxima eficiência teórica para o regime permanente.

4. (valor: 1,0) Qual a diferença existente entre as formulações conservativa e não-conservativa das equações da continuidade, momentum e energia? Em que casos tais formulações são empregadas? E qual o significado da derivada substantiva?

5. (valor: 1,0) Em que casos a teoria de escoamentos linearizados pode ser empregada? Quais são suas vantagens?

6. (valor: 1,0) Explique o que são o número de Mach de divergência e o número de Mach crítico. Qual é o principal motivo pelo qual é interessante aumentar o valor do número de Mach crítico? Como isso pode ser conseguido?
7. (valor: 1,0) Qual a importância de ferramentas de CFD (Dinâmica dos Fluidos Computacional) no contexto de escoamentos compressíveis? Apresente exemplos de sua utilização, que não tenham sido mostrados em sala de aula.
8. (valor: 1,5) Deseja-se projetar um túnel de vento supersônico que produza um escoamento com Mach 2,8 na seção de testes e vazão mássica de 1 kg/s. Calcule a pressão e a temperatura necessárias no reservatório, bem como as áreas da garganta e da saída do bocal. Considere que as condições ambientes sejam de 27°C e 1 atm.
9. (valor: 1,5) Considere um bocal convergente-divergente cuja relação de áreas de saída e da garganta seja igual a 5. Durante um experimento, a pressão do reservatório é mantida constante e igual a 1 MPa, enquanto a pressão ambiente é variada. Suponha que o experimento se dê em regime permanente e que o gás empregado seja o ar. Caracterize o escoamento (informando: o número de Mach na saída; a posição do choque normal, se tal fenômeno ocorrer; presença de choques oblíquos ou de ondas de expansão; o tipo de escoamento - totalmente subsônico, bloqueado, parcialmente supersônico) para as seguintes pressões estáticas na saída: 995 kPa; 900 kPa; 500 kPa; 100 kPa; 5 kPa.