



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

PERÍODO ESPECIAL 2011/1

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: 23 de fevereiro de 2011 (quarta-feira).

Devido a reuniões agendadas para a próxima semana em horário de aula pelo Depto. de Eng. Mecânica e pelo Setor de Tecnologia, não haverá aula nos dias 14, 15 e 16 de fevereiro.

1. (valor: 20) Considere um bocal convergente-divergente cuja relação de áreas de saída e da garganta seja igual a 4. Durante um experimento, a pressão e a temperatura do reservatório são mantidas constante e iguais a 1 MPa e 500 K, respectivamente, enquanto a pressão ambiente é variada. Suponha que o experimento se dê em regime permanente e que o gás empregado seja o hélio ($\gamma = 1,67$; $R = 2078,5 \text{ J/kgK}$; $c_p = 5180,7 \text{ J/kgK}$). 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; e a taxa de geração de entropia, se pertinente) para as seguintes pressões estáticas na saída: 995 kPa; 900 kPa; 500 kPa; 100 kPa; 5 kPa.

2. (valor: 20) Considere um escoamento supersônico com número de Mach a montante igual a 3, pressão de 200 kPa e temperatura de 700 K. Este escoamento é inicialmente expandido através de uma quina de expansão com ângulo θ igual a 12 graus e posteriormente comprimido através de uma quina de compressão com ângulo θ igual a 12 graus, de modo que o escoamento retorna à direção original. Calcule o número de Mach e a pressão a jusante (atrás) da quina de compressão e também a geração de entropia. Refaça os cálculos, considerando primeiro a quina de compressão e em seguida a quina de expansão. Considere que o gás em questão seja o ar: $\gamma = 1,40$; $R = 287 \text{ J/kgK}$; $c_p = 1004,5 \text{ J/kgK}$.

3. (valor: 10) Comente sobre os principais motivos pelos quais o escoamento em um difusor supersônico, diferentemente do caso de bocais, não é isentrópico. Cite também os motivos pelos quais na construção de tais difusores, não se consegue atingir o máximo desempenho teórico para o regime permanente.
4. (valor 10) As equações de conservação (continuidade, momentum e energia) podem ser apresentadas, na forma diferencial, em duas formulações: conservativa e não-conservativa. Faça uma distinção entre as duas formas, justificando o nome dado a elas.
5. (valor 10) Qual o significado da derivada substantiva?
6. (valor: 15) Quais as hipóteses levadas em consideração na formulação da teoria de escoamentos linearizados? E quais são as vantagens de se empregar tal teoria?
7. (valor 15) O que é o número de Mach crítico? Como ele pode ser aumentado e qual a importância de que ele apresente o maior valor possível?