



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

SEMESTRE 2011/2 (Terceira lista de exercícios)

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: 15 de dezembro de 2011 (quinta-feira).

1. (valor: 40) 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: 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.

3. (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.

4. (valor: 20) Deseja-se projetar um túnel de vento supersônico, operando a ar ($\gamma = 1,40$; $c_p = 1004,5 \text{ J/kgK}$; $R = 287 \text{ J/kgK}$) 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 (A área da seção de testes é correspondente à área da saída do bocal). Considere que as condições ambientes sejam de 25°C e 1 atm.

5. (valor: 20) Os resultados e as expressões apresentados para escoamentos linearizados no capítulo 9 do livro-texto (Anderson, J. D., "Modern Compressible Flow - with historical perspective", 3 ed) referem-se a soluções exatas para problemas aproximados. Comente essa afirmação e a utilidade das expressões de correção abordadas no capítulo, mencionando também as hipóteses para as quais tais relações são válidas.