



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: 07 de fevereiro de 2011 (segunda-feira).

1 (valor: 20). Caracterize os diferentes tipos de escoamentos compressíveis, classificados de acordo com o número de Mach. Dê exemplos de onde ocorrem e sua importância na engenharia mecânica/aeroespacial.

2 (valor: 25). Considere os seguintes gases: argônio (Ar), massa molecular = 39,95 kg/kmol, $\gamma = 1,67$; neônio (Ne), massa molecular = 20,18 kg/kmol, $\gamma = 1,67$; gás carbônico (CO₂), massa molecular = 44 kg/kmol, $\gamma = 1,316$; hidrogênio (H₂), massa molecular = 2,0 kg/kmol, $\gamma = 1,40$; metano (CH₄), massa molecular = 16,0 kg/kmol, $\gamma = 1,305$. Calcule os valores das constantes de cada gás, bem como os valores dos calores específicos a pressão e a volume constante. Obtenha, também, a velocidade do som para cada um dos gases, para uma temperatura de 300 K.

3. (valor: 15) Suponha que em um dado escoamento, o número de Mach associado seja de 0,5, enquanto a temperatura e a pressão medidas são de 500 K e 200 kPa. Obtenha os valores das propriedades de estagnação (pressão, temperatura, massa específica), bem como a velocidade local do som e a velocidade de escoamento. Considere que o gás em questão seja ar ($R = 287 \text{ J/kgK}$; $\gamma = 1,40$).

4. (valor: 20) Durante a reentrada do veículo Apollo na atmosfera terrestre, o número de Mach em um dado ponto da trajetória era $M = 38$ e a temperatura da atmosfera era de 270 K. Calcule a temperatura de estagnação em um ponto do veículo, considerando que o gás (ar) seja caloricamente perfeito ($R = 287 \text{ J/kgK}$; $\gamma = 1,40$) e que o mesmo esteja sujeito a um choque normal. Você considera o resultado obtido acurado? Caso negativo, explique o motivo e informe se a temperatura obtida é superestimada ou subestimada.

5. (valor: 20) Considere três gases hipotéticos, com $\gamma = 1,20$, $\gamma = 1,40$ e $\gamma = 1,67$. Todos os gases apresentam $R = 500 \text{ J/kgK}$, temperatura de 500 K e pressão de 100 kPa , estando em escoamento com Mach igual a 3. Se o escoamento nos três gases é submetido a choques normais, calcule os valores dos números de Mach, das temperaturas e das pressões após os respectivos choques.