

**Disciplina: Fenômenos de Transporte 2 (Escoamentos Compressíveis)**

**Prof.: Dr. Rodrigo Lisita Ribera**

[www.cienciastermicas.com](http://www.cienciastermicas.com)

**Avaliação 01 (2018-2)**

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO

1. Esta prova é individual e sem consulta;
2. A avaliação deve ser feita a caneta azul ou preta e arquivada pelo aluno após a sua devolutiva;
3. Desligue ou silencie o celular. É proibido, o seu manuseio durante a realização da avaliação sob pena de recolhimento do aparelho;
4. Mantenha em cima da carteira apenas caneta, lápis, borracha e calculadora, quando permitida;
5. Os demais pertences devem ser guardados debaixo da carteira;
6. É proibido emprestar a borracha ou qualquer outro objeto, ao colega, durante a prova;
7. A capacidade de interpretação das questões faz parte da avaliação;
8. Durante a realização da avaliação, o professor não poderá avaliar para o aluno se a sua resposta está certa ou errada, nem se está completa ou incompleta;
9. Questões rasuradas ou com mais de uma alternativa marcada no cartão resposta não serão aceitas.
10. Questões discursivas somente terão validade se apresentarem resolução completa e a caneta.
11. Tempo de duração 4 **horas/aula**;
12. O primeiro aluno que terminar a prova só poderá sair da sala após 1 h, não sendo mais permitida a entrada de outros alunos para a realização da mesma.

<b>Questão</b>	1	2	3	4	5	6	<b>Total</b>
<b>Valor [%]</b>	10	15	15	20	20	20	<b>100</b>
<b>Correção</b>							

**Disciplina: Fenômenos de Transporte 2 (Escoamentos Compressíveis)**

**Prof.: Dr. Rodrigo Lisita Ribera**

[www.cienciastermicas.com](http://www.cienciastermicas.com)

**Avaliação 01 (2018-2)**

**Formulário:**

Equação de estado de gás ideal:  $P = \rho R T$

$$R = \frac{\bar{R}}{M}, \quad \bar{R} = 8314 \frac{Nm}{Kg mol K}$$

Calor específico:

$$c_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v, \quad c_p = \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_p, \quad k = \frac{c_p}{c_v}, \quad c_p - c_v = R, \quad c_v = \frac{R}{k-1}, \quad c_p = \frac{kR}{k-1}$$

$$ar : c_p = 1,004 \text{ KJ/KgK} ; c_v = 0,7174 \text{ KJ/KgK} ; R = 286,9 \text{ J/KgK}$$

Energia interna e entalpia

$$du = c_v dT ; dh = c_p dT ; h = u + P dv ;$$

Propriedades de estagnação:

$$h_0 = h + \frac{V^2}{2} ; c_p T_0 = c_p T + \frac{V^2}{2}$$

Equações de Gibbs:

$$T ds = du + P dv ; T ds = dh - v dP$$

$$s_2 - s_1 = c_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + R \ln\left(\frac{v_2}{v_1}\right) ; s_2 - s_1 = c_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - R \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

Relações isoentrópicas:

$$T P^{\frac{1-k}{k}} = T v^{(k-1)} = P v^k = \text{constante}$$

Velocidade do som:

$$\text{Em gases: } c = \sqrt{k R T} ; M = \frac{V}{c}$$

Equação da continuidade:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho dV + \int_{SC} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0$$

**Disciplina: Fenômenos de Transporte 2 (Escoamentos Compressíveis)**

**Prof.: Dr. Rodrigo Lisita Ribera**

[www.cienciastermicas.com](http://www.cienciastermicas.com)

**Avaliação 01 (2018-2)**

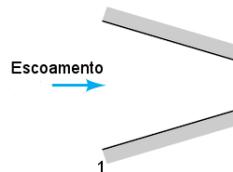
**Questão 01.** Em um reservatório de um tunnel de ventos supersônico, a pressão e temperatura do ar são 15atm e 300K, respectivamente. Num ponto no tunnel de ventos, a temperatura  $T_2=220K$ . Assumindo escoamento isoentrópico, determine a pressão e a massa específica nesse segundo ponto.

**Questão 02.** Suponha que 15Kg de ar à temperatura de 20°C e pressão de 95KPa, seja comprimido isentropicamente para 40% de seu volume inicial. Encontre a temperatura e pressão finais, e as mudanças de energia interna e entalpia. Para esse caso, pode-se afirmar que  $\Delta h = \Delta u + \Delta(P/\rho)$  ? Apresente o resultado numérico.

**Questão 03.** Considere que a seguinte equação seja válida para escoamento isoentrópico em dutos com área de seção transversal variável:

$$\frac{dA}{A} = \frac{dP}{\rho V^2} (1 - M^2) = \frac{-dV}{V} (1 - M^2)$$

em que  $M$  é o número de Mach.



Para o duto mostrado e velocidade supersônica, complete as relações:

Área ( $A$ ): (a)  $A_1 > A_2$ ; (b)  $A_1 = A_2$ ; (c)  $A_1 < A_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Pressão ( $P$ ): (a)  $P_1 > P_2$ ; (b)  $P_1 = P_2$ ; (c)  $P_1 < P_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Entropia ( $s$ ): (a)  $s_1 > s_2$ ; (b)  $s_1 = s_2$ ; (c)  $s_1 < s_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Velocidade ( $V$ ): (a)  $V_1 > V_2$ ; (b)  $V_1 = V_2$ ; (c)  $V_1 < V_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Energia cinética ( $Ke$ ): (a)  $Ke_1 > Ke_2$ ; (b)  $Ke_1 = Ke_2$ ; (c)  $Ke_1 < Ke_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Entalpia ( $h$ ): (a)  $h_1 > h_2$ ; (b)  $h_1 = h_2$ ; (c)  $h_1 < h_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Massa específica ( $\rho$ ): (a)  $\rho_1 > \rho_2$ ; (b)  $\rho_1 = \rho_2$ ; (c)  $\rho_1 < \rho_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

Temperatura ( $T$ ): (a)  $T_1 > T_2$ ; (b)  $T_1 = T_2$ ; (c)  $T_1 < T_2$ . Resposta : \_\_\_\_\_

**Questão 04.** Num determinado ponto de um escoamento a alta velocidade sobre a asa de uma aeronave, o número de Mach local, a pressão estática e a temperatura estática são, respectivamente, 0,75; 0,9atm e 250 K. Calcule a pressão e temperatura de estagnação nesse ponto.

**Questão 05.** Considere uma aeronave experimental realizando um vôo na atmosfera terrestre. Um tubo de Pitot montado no nariz dessa aeronave aponta pressões de  $1,3 \times 10^5$  Pa e 1atm. Determine o número de Mach em que a aeronave está voando. Se, posteriormente, a aeronave altera sua velocidade, de forma que as medições no tubo de Pitot sejam de 650KPa e 50KPa, qual o novo número de Mach?

**Questão 06.** Um gás esco adiabaticamente através de um duto. Na seção 1, a pressão é 13atm, a temperatura é 250°C e a velocidade é 73m/s. Num ponto posterior, a velocidade é 31 m/s e a pressão é de 2,4atm. Calcule a temperatura nesse ponto e a variação de entropia no processo. Considere que o gás seja Ar.