

**TERMODINÁMICA Y TERMOTECNIA
(CURSO 2011-2012)**

Apellidos: _____ Nombre: _____

Titulación: _____ Fecha: _____

1. Describa como funciona un motor térmico (M.T.). (0,6 pts.)

2. Defina los siguientes conceptos. (0,4 pts.)

Punto triple
Sistema abierto

3. Partiendo de 6 bar y 30°C se expande O₃ a p = cte hasta 350°C. Le sigue otra expansión adiabática hasta 2 bar, y finalmente se comprime a T = cte hasta 5 bar. P_{atm} = 1 bar. Si W_r = 0:

- a) Representar las transformaciones en el diagrama p-V. (0,5 pts.)
- b) Trabajo de expansión en cada transformación en kJ/kg (1,5 pts.)
- c) Trabajo total útil en kJ/kg (0,5 pts.)
- d) Variación de energía interna en kJ/kg (0,5 pts.)

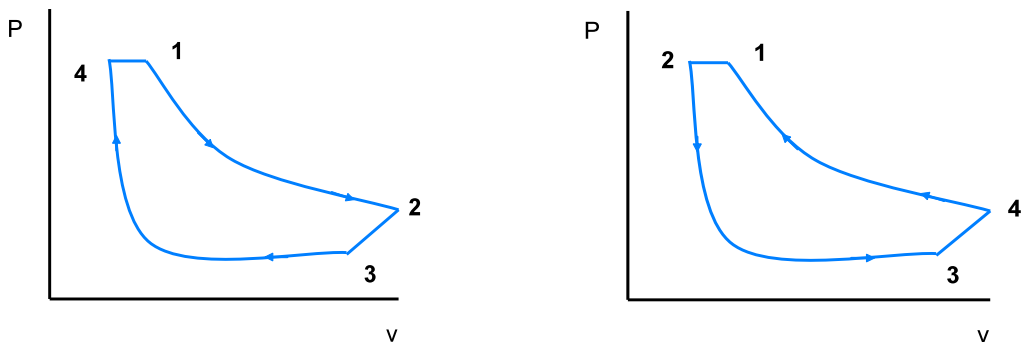
4. Para una corriente de aire a 8 atm, 440 K y 160 m/s, determine:

- (a) El número de Mach. (0,25 pts.)
- (b) La temperatura de remanso, en K. (0,25 pts.)
- (c) La presión de remanso, en MPa. (0,25 pts.)

5. Una tobera convergente-divergente que opera en estado estacionario tiene un área de garganta de 0,002 m² y un área de salida de 0,0064 m². El aire entra a la tobera con una velocidad de 120 m/s, a una presión de 100 kPa y con una temperatura de 500 K. Determínese para el aire como gas ideal y un exponente adiabático de 1,4; el flujo másico, en kg/s, la presión de salida, en kPa y el número de Mach a la salida para cada uno de estos casos:

- (a) Flujo isoentrópico con Ma = 0,8 en la garganta (0,75 pts.)
- (b) Flujo isoentrópico a través de la tobera con la condición de onda de choque normal a la salida (1 pts.)

6. Explicar razonadamente las diferencias y semejanzas entre estos dos ciclos. (1 pts.)



7. Partiendo de 4 bar y 35°C, se comprime aire a temperatura constante hasta 10 bar. A continuación se calienta a volumen constante hasta 780 K, se expande adiabáticamente hasta 4 bar, y se cierra el ciclo con una isóbara. Calcular la variación de entropía del sistema en cada transformación. (2,5 pts.)

DATOS:

Peso atómico: O=16

Peso molecular aire = 28,964 kg/kmol

C_p: (5/2)R (monoatómico); (7/2)R (biatómico); 4R (triatómico)

C_v: (3/2)R (monoatómico); (5/2)R (biatómico); 3R (triatómico)

$$\frac{T_0}{T} = 1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma^2 \qquad \frac{A}{A^*} = \frac{1}{Ma} \left[\left(\frac{2}{\gamma + 1} \right) * \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma^2 \right) \right]^{\frac{\gamma + 1}{2 * (\gamma - 1)}}$$

$$\frac{p_0}{p} = \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma^2 \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \qquad \frac{A_x^*}{A_y^*} = \frac{p_{0,y}}{p_{0,x}}$$

$$\frac{T_y}{T_x} = \frac{1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma_x^2}{1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma_y^2} \qquad \frac{p_y}{p_x} = \frac{1 + \gamma * Ma_x^2}{1 + \gamma * Ma_y^2}$$

$$\frac{p_{0,y}}{p_{0,x}} = \frac{Ma_x}{Ma_y} * \left(\frac{1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma_y^2}{1 + \frac{\gamma - 1}{2} * Ma_x^2} \right)^{\frac{\gamma + 1}{2 * (\gamma - 1)}} \qquad Ma_y^2 = \frac{Ma_x^2 + \frac{2}{\gamma - 1}}{\frac{2 * \gamma}{\gamma - 1} * Ma_x^2 - 1}$$

PROPIEDADES DEL AIRE (M = 28,964 kg/kmol)

| T (K) | Capacidades caloríficas | | Energía interna | Entalpia | Entropía absoluta | Exergía entálpica |
|----------|------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|--------------------------------------|
| | $\bar{c}_{v,0}^T$ (kJ / kmol K) | $\bar{c}_{p,0}^T$ (kJ / kmol K) | $u = \bar{c}_{v,0}^T T$ (kJ / kmol K) | $h = \bar{c}_{p,0}^T T$ (kJ / kmol K) | $s_p = 1 \text{ bar}$ (kJ / kmol K) | $e_p = 1 \text{ bar}$ (kJ / kmol) |
| 273 | 20,7582 | 29,0725 | 5667,0 | 7936,8 | 195,383 | 16 ,6 |
| 300 | 20,7707 | 29,0850 | 6231,2 | 8725,5 | 198,124 | 2,0 |
| 350 | 20,7964 | 29,1107 | 7278,7 | 10188,7 | 202,660 | 135 ,5 |
| 400 | 20,8251 | 29,1394 | 8330,1 | 11655,8 | 206,497 | 477,6 |
| 450 | 20,8712 | 29,1855 | 9392,0 | 13133,5 | 210,009 | 925,9 |
| 500 | 20,9298 | 29,2441 | 10464,9 | 14622,1 | 213,071 | 1516,9 |
| 550 | 21,0026 | 29,3169 | 11551,4 | 16124,3 | 215,965 | 2170,7 |
| 600 | 21,0889 | 29,4032 | 12653,3 | 17641,9 | 218,597 | 2916,7 |
| 650 | 21,1889 | 29,5032 | 13772,8 | 19177,1 | 221,078 | 3724,6 |
| 700 | 21,3024 | 29,6167 | 14911,7 | 20731,7 | 223,370 | 4607,3 |
| 750 | 21,4202 | 29,7345 | 16065,1 | 22300,9 | 225,537 | 5541,3 |
| 800 | 21,5453 | 29,8596 | 17236,2 | 23887,7 | 227,557 | 6535,9 |
| 850 | 21,6761 | 29,9904 | 18424,7 | 25491,8 | 229,509 | 7567,8 |
| 900 | 21,8132 | 30,1275 | 19631,9 | 27114,8 | 231,367 | 8646,1 |
| 950 | 21,9488 | 30,2631 | 20851,3 | 28749,9 | 233,131 | 9764,2 |
| 1000 | 22,0854 | 30,3997 | 22085,4 | 30399,7 | 234,800 | 10924,5 |
| 1050 | 22,2230 | 30,5373 | 23334,2 | 32064,2 | 236,422 | 12113,4 |
| 1100 | 22,3617 | 30,6760 | 24597,9 | 33743,6 | 237,982 | 13335,7 |
| 1150 | 22,4967 | 30,8110 | 25871,2 | 35432,7 | 239,495 | 14581,4 |
| 1200 | 22,6297 | 30,9440 | 27155,6 | 37132,7 | 240,955 | 15853,4 |
| 1250 | 22,7621 | 31,0764 | 28452,6 | 38845,5 | 242,347 | 17158,0 |
| 1300 | 22,8934 | 31,2077 | 29761,4 | 40570,0 | 243,676 | 18492,9 |
| 1350 | 23,0175 | 31,3318 | 31073,6 | 42297,9 | 244,974 | 19840,3 |
| 1400 | 23,1363 | 31,4506 | 32390,8 | 44030,8 | 246,230 | 21205,0 |
| 1450 | 23,2561 | 31,5704 | 33721,4 | 45777,1 | 247,413 | 22604,5 |
| 1500 | 23,3749 | 31,6892 | 35062,4 | 47533,8 | 248,533 | 24032,9 |