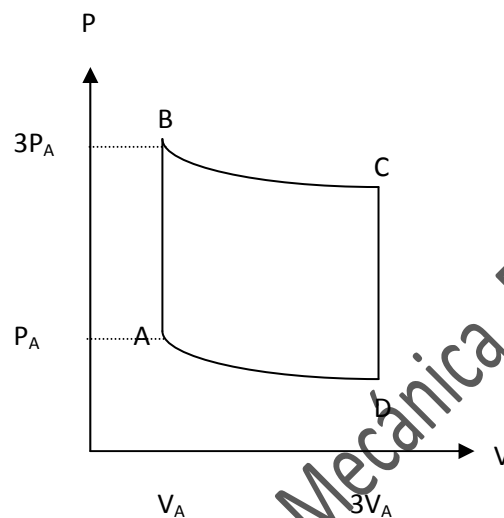


El ciclo reversible de Otto, está formado por dos procesos adiabáticos y dos procesos isócoros, en sentido horario.

Dos moles de un gas perfecto monoatómico ( $\gamma=5/3$ ) realizan un ciclo de Otto, reduciéndose el volumen a la tercera parte durante la compresión adiabática y triplicándose la presión durante el calentamiento isócoro.

- Calcular las temperaturas de los estados B, C y D, sabiendo que la temperatura del estado inicial A es  $T_A=400\text{ K}$ .
- Calcular el rendimiento del ciclo y el rendimiento de un ciclo de Carnot que funcione entre las mismas temperaturas extremas.
- Calcular la variación de entropía en cada una de las etapas.



Considerar  $3^{2/3} = 2$

### Resolución

1. a) En el proceso A-B se triplica la presión, manteniendo constante el volumen, por lo que

$$V = Cte = \frac{nRT_A}{P_A} = \frac{nRT_B}{3P_A} \text{ de donde la temperatura de B es triple de la de A}$$

$T_B = 3T_A = 3 \cdot 400\text{ K} = 1200\text{ K}$ ; en el proceso adiabático B-C  $T_B V_A^{\gamma-1} = T_C (3V_A)^{\gamma-1}$ , por tanto la

$$\text{temperatura de C es } T_C = T_B \left(\frac{1}{3}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_B}{3^{2/3}} = \frac{T_B}{2}, \text{ su valor es } T_C = 600\text{ K}$$

En el proceso adiabático D-A el volumen se reduce a la tercera parte, por tanto

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_D (3V_A)^{\gamma-1}, \quad T_D = T_A \left(\frac{1}{3}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_A}{3^{2/3}} = \frac{T_A}{2}, \text{ su valor es } T_D = 200\text{ K}$$

b) El trabajo realizado en el ciclo es suma de todos los calores, ya que la variación de energía interna es nula; en las etapas B-C y D-A no se intercambia calor, por ser adiabáticas

$$W = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} = Q_{AB} + Q_{CD}$$

$$\text{El rendimiento es } \eta = \frac{W}{Q_{AB}} = 1 + \frac{Q_{CD}}{Q_{AB}}$$

El calor intercambiado en los procesos isócoros A-B y C-D es

$$Q_{AB} = nc_V(T_B - T_A)$$

$$Q_{CD} = nc_V(T_D - T_C)$$

$$\frac{Q_{CD}}{Q_{AB}} = \frac{nc_V(T_D - T_C)}{nc_V(T_B - T_A)} = \frac{200 - 600}{1200 - 400} = -0,5$$

$$\eta = 1 - 0,5 = 0,5$$

El rendimiento de un ciclo de Carnot que trabaje entre las mismas temperaturas extremas es

$$\eta = \frac{1200 - 200}{1200} = \frac{5}{6}$$

c) La variación de entropía en las dos etapas adiabáticas (B-C y D-A) es nula

$$\text{En los procesos isócoros es } S_B - S_A = \int_{T_A}^{T_B} \frac{nc_V dT}{T} = nc_V L \frac{T_B}{T_A} = 2 \text{ mol} \cdot 3 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} L3 = 6L3 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$$

$$S_D - S_C = \int_{T_C}^{T_D} \frac{nc_V dT}{T} = nc_V L \frac{T_D}{T_C} = -2 \text{ mol} \cdot 3 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} L3 = -6L3 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$$

Departamento de Física y Mecánica. E.T.S.I. Agrónomos