



**Trabajo Práctico N° 6: TRANSFORMACIONES CUASI-ESTÁTICAS DE GASES IDEALES**

*El genio es el uno por ciento inspiración y noventa y nueve por ciento transpiración.*

Thomas Alva Edison

1) Un cilindro pistón sin rozamiento contiene 3 moles de He gaseoso a una presión de 1 atm, y está introducido en un baño a una temperatura constante de 400 K.

Calcular: calor, trabajo cambio de energía interna y cambio de entalpía si,

a) La presión aumenta cuasiestáticamente hasta 5 atm.

b) se alcanza el mismo estado final con una presión externa constante de 5 atm.

R: a) -16.05 kJ, b) -39.9 kJ.

2) Un aparato cilindro-pistón sin fricción, rodeado de la atmósfera, contiene un determinado gas ideal. Inicialmente la presión del gas es de 800 kPa y el volumen es  $0.010 \text{ m}^3$ . Si el gas se expande cuasi-estáticamente hasta un volumen final de  $0.020 \text{ m}^3$ , calcule el trabajo desarrollado, en joules, a través de la biela del pistón. La presión atmosférica es de 100 kPa. Suponga que el proceso que conecta a los estados terminales corresponde al tipo siguiente:

a) la presión es constante,

b) el producto  $P \cdot v$  es constante,

c) el producto  $Pv^2$  es constante.

Compare los tres procesos cuasiestáticos mediante un diagrama Pv.

R: a) 7000, b) 4545, c) 3000.

3) 10 moles de un gas diatómico ( $C_v=5R_u/2$ ) se encuentran inicialmente a una presión de  $P_A = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  y ocupando un volumen de  $V_A = 249 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . Se expande adiabáticamente (proceso AB) hasta ocupar un volumen  $V_B = 479 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . A continuación el gas experimenta una transformación isoterma (proceso BC) hasta una presión  $P_C = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Posteriormente se comprime isobáricamente (proceso CD) hasta un volumen  $V_D = V_A = 249 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . Por último, experimenta una transformación a volumen constante (proceso DA) que lo devuelve al estado inicial.

a) Representar gráficamente este ciclo en un diagrama P-v.

b) Completar el siguiente cuadro con el valor de las variables termodinámicas desconocidas en los vértices A, B, C y D.

	P (KPa)	T (K)	V(m <sup>3</sup> )
A			
B			
C			
D			

c) Hallar el calor, el trabajo y la variación de energía interna de cada tramo de este ciclo, en kJ.

	Q	W	$\Delta U$
A $\rightarrow$ B			
B $\rightarrow$ C			
C $\rightarrow$ D			
D $\rightarrow$ A			

4) Un recipiente rígido y adiabático está dividido en dos partes por un tabique rígido conductor, estando una de las dos partes cerradas por un pistón también adiabático.

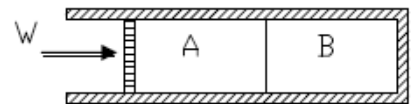
En A hay  $m_A = 2$  Kg de aire a  $P_{A1} = 1$  atm y  $T_{A1} = 20$  °C.

En B hay  $m_B$  Kg de aire a  $P_{B1} = 2$  atm y  $T_{B1} = 20$  °C, ocupando un volumen  $V_B = 2$  m<sup>3</sup>.

Se comprime el aire contenido en A, el cual experimenta una transformación politrópica hasta que el aire en B alcanza una temperatura de 90 °C.

Calcular las presiones finales en A y B y el volumen final en A.

R:  $P_{A2} = 7.38$  atm,  $P_{B2} = 2.47$  atm;  $V_{A2} = 0.28$  m<sup>3</sup>.



5) A un sistema constituido por 1 kmol de un gas ideal se le suministra 2340 kJ en forma de calor a través de un proceso politrópico de exponente  $n_1$ , de tal manera que la energía interna del sistema aumenta 3040 kJ. Luego el sistema evoluciona a presión constante hasta llegar a un estado 3, a  $P_3 = 10$  atm y  $V_3 = 4.92$  m<sup>3</sup>, siendo  $\Delta U_{23} = -2173$  kJ. Finalmente por medio de otra transformación politrópica de exponente  $n_2$  queda conformado un ciclo.

Determinar:

- Los exponentes de las politrópicas.
- Los parámetros de los estados 1, 2 y 3 (dar los valores de presión en bar, la temperatura en K y el volumen en m<sup>3</sup>).

Graficar los procesos en el plano P-v.

Dato:  $C_{pm} = 29.3$  kJ/kmol K

6) Se requiere comprimir aire desde  $T_0 = 300$  K y  $P_0 = 1$  bar, hasta una  $P_f = 16$  bar.

Para ello se recurre a una compresión fraccionada en dos etapas, con un enfriamiento isobárico hasta 300 K.

El caudal másico procesado por el compresor es de 12.5 kg/min.

Suponiendo que los procesos de compresión responden a una politrópica de exponente  $n = 1.2$ , calcular:

- Presión intermedia óptima.
- La temperatura del aire a la salida del compresor de alta.
- Potencia total requerida, en kW.
- Flujo másico de agua necesaria, en kg/min, para el enfriamiento intermedio, si el agua incrementa su temperatura en 8 °C.

- e) Potencia ahorrada, en kW, al comprimir en dos etapas, comparando con la operación en una sola etapa.
  - f) Temperatura que tendría el aire si se hubiera comprimido en una etapa.
  - g) Graficar los procesos en un diagrama P-v.
  - h) Si con la refrigeración intermedia, la temperatura de salida hubiera sido mayor que 300 K, ¿el trabajo ahorrado sería mayor o menor que en caso anterior?
- R: a) 4 bar, b) 378 K, c) -56 kW, d) 31.75 kg/min, e) 7.9 kW, f) 476 K.