



TERMODINÁMICA

Departamento de Física
Carreras: Ing. Industrial y Mecánica

Trabajo Práctico N° 5: 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 m³. Si el gas se expande cuasi-estáticamente hasta un volumen final de 0.020 m³, 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.v es constante,

c) el producto Pv² 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 $P_A = 5 \cdot 10^5$ Pa y ocupando un volumen de $V_A = 249 \cdot 10^{-3}$ m³. Se expande adiabáticamente (proceso AB) hasta ocupar un volumen $V_B = 479 \cdot 10^{-3}$ m³. A continuación el gas experimenta una transformación isoterma (proceso BC) hasta una presión $P_C = 1 \cdot 10^5$ Pa. Posteriormente se comprime isobáricamente (proceso CD) hasta un volumen $V_D = V_A = 249 \cdot 10^{-3}$ m³. 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 ³)
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	ΔU
A → B			
B → C			
C → D			
D → 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.

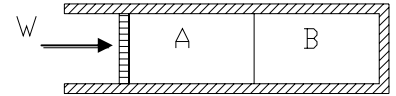
En A hay $m_A = 2 \text{ Kg}$ de aire a $P_{A1} = 1 \text{ atm}$ y $T_{A1} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

En B hay $m_B \text{ Kg}$ de aire a $P_{B1} = 2 \text{ atm}$ y $T_{B1} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, ocupando un volumen $V_B = 2 \text{ m}^3$.

Se comprime el aire contenido en A, el cual experimenta una transformación politrópica hasta que el aire en B alcanza una temperatura de $90 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

R: $P_{A2} = 7.38 \text{ atm}$, $P_{B2} = 2.47 \text{ atm}$; $V_{A2} = 0.28 \text{ m}^3$.



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 $P_3 = 10 \text{ atm}$ y $V_3 = 4.92 \text{ m}^3$, siendo $\Delta U_{23} = -2173 \text{ kJ}$. 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^3).

Graficar los procesos en el plano P-v.

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

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

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 $8 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Potencia ahorrada, en kW, al comprimir en dos etapas, comparando con la operación en una sola etapa.
- Temperatura que tendría el aire si se hubiera comprimido en una etapa.
- Graficar los procesos en un diagrama P-v.
- 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 .