



P1	P2	P3	P4	Nota

Interrogación Nro. 1

Nombre: Pauta Problema 2

Un sistema consistente en 1 kg de gas ideal a 500 kPa de presión y $0,02 \text{ m}^3$ de volumen ejecuta un proceso cíclico que comprende las siguientes tres etapas: (i) expansión hasta $0,08 \text{ m}^3$ de volumen y 150 kPa de presión, bajo la condición de que la presión varía linealmente con el volumen ($P = aV + b$), (ii) enfriamiento a presión constante y (iii) compresión de acuerdo a la ley $PV = \text{constante}$ que lleva al sistema de vuelta a las condiciones iniciales.

- 1) Determinar las constantes a y b de la relación $P(V)$ durante la primera etapa del ciclo.
- 2) Determinar el valor de la presión a la cual se ejecuta la compresión del sistema.
- 3) Dibujar el ciclo termodinámico planteado en el diagrama $P - V$, indicando (sobre los ejes coordenados) los valores de las variables termodinámicas en puntos representativos del ciclo.
- 4) Calcular el trabajo realizado en cada una de las etapas e indicar si el trabajo es hecho por el sistema o por el entorno.
- 5) Calcular la energía neta transferida entre el sistema y su entorno en forma de calor e indicar el sentido en que se transfirió.

- 1) La relación $P = aV + b$ debe verificar las siguientes ecuaciones:

$$500 = a \times 0,02 + b \qquad 150 = a \times 0,08 + b$$

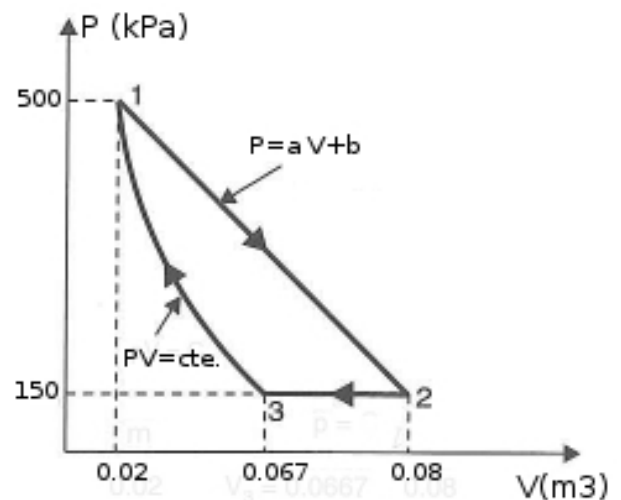
Las soluciones para este sistema de ecuaciones son:

$$a = -\frac{350}{0,06} \longrightarrow a = -5833,3 \text{ kPa/m}^3 \qquad b = 500 + 5833,3 \times 0,02 \longrightarrow b = 616,7 \text{ kPa}$$

- 2) La segunda etapa es un enfriamiento a presión constante y el estado 2 es el estado inicial de la etapa, por tanto la presión de la etapa es $P_{2 \rightarrow 3} = 150 \text{ kPa}$.

3)

$$P_1 V_1 = P_3 V_3 \longrightarrow V_3 = \frac{P_1}{P_3} V_1 = 0,067 \text{ m}^3$$



4)

$$\mathbf{W_{1\rightarrow 2}} = \int_1^2 P(V) dV = \int_1^2 (-5833,2 V + 616,7) dV = \left(-\frac{5833,3}{2} v^2 + 616,7 V \right)_{0,02}^{0,08} = \mathbf{19,5 \text{ kJ}}$$

$W_{1\rightarrow 2}$ es hecho por el sistema.

$$\mathbf{W_{2\rightarrow 3}} = \int_2^3 P_2 dV = P_2 (V_3 - V_2) = \mathbf{-1,95 \text{ kJ}}$$

$W_{2\rightarrow 3}$ es hecho por el entorno.

$$\mathbf{W_{3\rightarrow 1}} = \int_3^1 P(V) dV = \int_1^2 \frac{P_1 V_1}{V} dV = P_1 V_1 \ln \left(\frac{V_1}{V_3} \right) = \mathbf{-12,05 \text{ kJ}}$$

$W_{3\rightarrow 1}$ es hecho por el entorno

5) Según la 1ra. Ley, para un ciclo $\Delta U = 0$ y, en consecuencia, $Q_{neto} = W_{neto}$. Así,

$$\mathbf{Q_{neto} = W_{1\rightarrow 2} + W_{2\rightarrow 3} + W_{3\rightarrow 1} = 5.50 \text{ kJ}}$$

Durante el ciclo entra energía al sistema en forma de calor.

Asignación de puntaje:

- 1) 0.5 pto.
- 2) 0.5 pto.
- 3) 1.5 ptos.
- 4) 2.0 ptos.
- 5) 1.5 ptos.