

1. Cinco moles de un gas perfecto cuyo coeficiente adiabático es $\gamma = \frac{7}{5}$ están a una temperatura $T_A=300\text{K}$, y experimentan dos procesos reversibles

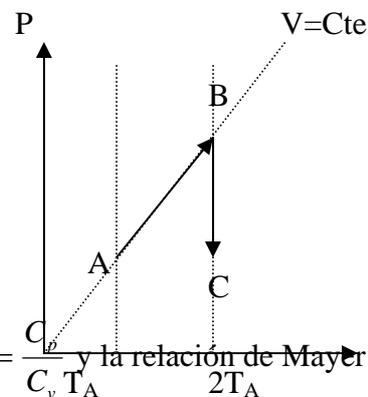
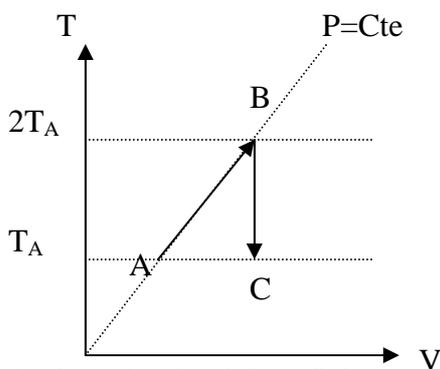
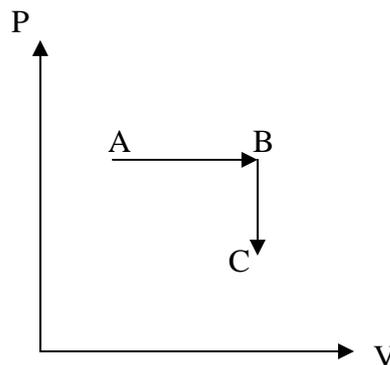
A→B: Calentamiento isóbarico hasta duplicar su temperatura

B→C: Enfriamiento isócorico hasta hacerse la mitad su temperatura.

- Representar los dos procesos en los diagramas P-V, T-V y P-T.
- Calcular el calor total, expresado en calorías, indicando si es realizado por el gas o sobre él.
- Calcular el trabajo total, expresado en calorías, indicando si es realizado por el gas o sobre él.
- Calcular la variación de la energía interna del gas
- Calcular la variación de entropía del gas. Considerar $\ln 2=0.7$

Resolución

El diagrama P-V de Clapeyron es



b) Con el valor del coeficiente adiabático $\gamma = \frac{7}{5} = \frac{C_p}{C_v}$ y la relación de Mayer T

$$R = C_p - C_v \text{ se deduce que } C_p = \frac{7R}{2} \text{ y } C_v = \frac{5R}{2}.$$

La etapa A-B es isóbara, por lo que el calor es

$$Q_{A \rightarrow B} = nC_p(T_B - T_A) = 5 \text{ mol} \cdot \frac{7}{2} \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} (600 - 300) \text{ K} = 10500 \text{ cal} \text{ absorbido}$$

y en la etapa B-C se mantiene constante el volumen, por tanto

$$Q_{B \rightarrow C} = nC_v(T_C - T_B) = 5 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} (300 - 600) \text{ K} = -7500 \text{ cal} \text{ cedido por el gas}$$

El calor neto es

$$Q_{\text{neto}} = Q_{A \rightarrow B} + Q_{B \rightarrow C} = 10500 \text{ cal} - 7500 \text{ cal} = 3000 \text{ cal}$$

c) En la etapa B-C, no hay variación del volumen y por tanto no se realiza trabajo; así, el trabajo total es el trabajo realizado en la primera etapa

$$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B P dV = P_A (V_B - V_A) = nR(T_B - T_A) = 5 \text{ mol} \cdot 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} (600 - 300) \text{ K} = 3000 \text{ cal} = W_{\text{neto}}$$

Por ser positivo, es un trabajo realizado sobre el gas.

d) La variación de energía interna

$$\Delta U_{A \rightarrow B} = nC_v(T_B - T_A) = 5 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} (600 - 300) \text{ K} = 7500 \text{ cal}$$

$$\Delta U_{B \rightarrow C} = nC_v(T_C - T_B) = 5 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} (300 - 600) \text{ K} = -7500 \text{ cal}$$

de forma que la variación total de energía interna es nula.

e) La variación total de entropía es la suma de las variaciones de entropía de cada etapa

$$\begin{aligned} \Delta S &= \Delta S_{A \rightarrow B} + \Delta S_{B \rightarrow C} = \int_{T_A}^{T_B} \frac{nC_p}{T} dT + \int_{T_B}^{T_C} \frac{nC_v}{T} dT = nC_p \ln \frac{T_B}{T_A} + nC_v \ln \frac{T_C}{T_B} = \\ &= 5 \text{ mol} \cdot \frac{7}{2} \cdot 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \ln 2 + 5 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \ln 0,5 = 35 \ln 2 - 25 \ln 2 = 10 \ln 2 = 7 \frac{\text{cal}}{\text{K}} \end{aligned}$$

