

Cuatro moles de un gas perfecto de coeficiente adiabático $\gamma=1,4$ realizan los siguiente procesos reversibles desde un estado inicial de temperatura $T_A=400K$.

A→B Expansión adiabática hasta duplicar su volumen

B→C Isócora hasta alcanzar la presión del estado inicial A

C→A Isóbara hasta regresar al estado inicial A

Determinar, utilizando la relación $0,5^{0,4}=3/4$ para facilitar los cálculos:

- Temperaturas del gas en los estados B y C
- Calor absorbido por el gas
- Calor cedido por el gas ¿En qué proceso lo cede?
- Trabajo realizado en el ciclo
- Decir si se trata de un motor térmico o de una máquina frigorífica. Calcular su rendimiento o eficiencia en su caso

Resolución

En la expansión adiabática, si el volumen se duplica la temperatura y la presión del estado B son menores, siendo la temperatura de B $T_B = T_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma-1} = 300 \cdot 0,5^{0,4} = 300 \cdot \frac{3}{4} = 225K$ y la presión

$$P_B = P_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma} = P_A \cdot 0,5^{1,4} = P_A \cdot (0,5 \cdot 0,5^{0,4}) = P_A \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{8} P_A$$

En el proceso isócoro se alcanza la presión del estado inicial A, por lo que si la presión se multiplica por $8/3$, la temperatura también, de donde $T_C = T_B \frac{8}{3} = 600K$

b) En la etapa adiabática ni se absorbe ni se cede calor, en la etapa isócora se absorbe calor, siendo $Q_{BC} = n c_v (T_C - T_B) = 4 \text{ mol} \cdot 5 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot K} (600 - 225)K = 7500 \text{ cal}$

c) El calor se cede en la etapa isóbara, siendo el calor cedido

$$Q_{CA} = n c_p (T_C - T_A) = 4 \text{ mol} \cdot 7 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot K} (300 - 600)K = -8400 \text{ cal}$$

d) Como el gas describe un ciclo, no hay variación de la energía interna y en consecuencia el trabajo neto, la suma de los trabajos en cada etapa, es igual al calor neto, suma de los calores de todas las etapas y estos últimos ya están calculados, por lo que el trabajo es

$$W = 0 + 7500 - 8400 = -900 \text{ cal} ;$$

e) el trabajo es negativo pues el ciclo se recorre en sentido antihorario, por lo que el sistema trabaja como máquina frigorífica;

La eficiencia es el cociente entre el calor absorbido (7500 cal) y el valor absoluto del trabajo (900 cal), por tanto la eficiencia es

$$E = \frac{25}{3}$$

