

PROPEDEÚTICO TERMODINÁMICA, EXAMEN PARCIAL 2

Resolver los 2 ejercicios:

1) Sea un sistema con ecuación de estado para la energía interna:

$$U = K \frac{S^3}{NV},$$

con K una constante, S la entropía, N el número de partículas y V el volumen.

– Derivar T , P y μ como funciones de (S, V, N) . ¿Son expresiones intensivas?

– Escribir la ecuación de Euler, que relaciona de manera general U a las variables T , S , P , V , μ y N de un sistema. Averiguar que esa ecuación se cumple en este caso particular.

2) Una persona pretende poder construir un motor que, a cada ciclo, extrae 5000 J de un reservorio de calor a 400 K, evacúa 3500 J de calor a un reservorio a 300 K y realiza 1500 J de trabajo hacia el exterior.

Determinar si tal motor se puede construir y qué leyes básicas de la termodinámica satisface o viola.

Corrección:

1) De la primera ley $dU = TdS - PdV + \mu dN$:

$$T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{V,N} = 3K \frac{S^2}{NV} \quad (1 \text{ pt})$$

$$P = - \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{S,N} = K \frac{S^3}{NV^2} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial N} \right)_{S,V} = -K \frac{S^3}{N^2V} \quad (1 \text{ pt}).$$

Son variables intensivas ($S \propto N$, $V \propto N$) (1 pt).

La ecuación de Euler es:

$$U = TS - PV + \mu N \quad (1 \text{ pt}).$$

Con las funciones calculadas arriba, el lado derecho es:

$$3K \frac{S^2}{NV} \times S - K \frac{S^3}{NV^2} \times V - K \frac{S^3}{N^2V} \times N = K \frac{S^3}{NV} = U, \quad (1 \text{ pt})$$

como se debe esperar.

2) El motor satisface la conservación de la energía (primera ley) dado que en un ciclo la variación de la energía interna es nula:

$$Q_1 + Q_2 + W = 5000 - 3500 - 1500 = 0. \quad (1 \text{ pt})$$

La eficiencia de este motor es

$$\eta = \frac{|W|}{Q_1} = 1500/5000 = 0.3 \quad (1 \text{ pt})$$

Los motores de eficiencia máxima, dadas las temperaturas T_1 y T_2 de los reservorios de calor, son los motores reversibles, que tienen toda la eficiencia

$$\eta_R = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - 300/400 = 0.25 \quad (1 \text{ pt})$$

Por lo tanto este motor no se puede construir. De lo contrario podría extraer sin trabajo neto calor de la fuente más caliente hacia la más fría, por ejemplo. Viola la segunda ley (1 pt).