

PROPEDEÚTICO TERMODINÁMICA, TAREA 4

Ejercicio 1: Durante un proceso isotérmico con temperatura T_1 , se expande lenta y reversiblemente con un pistón un gas ideal de un volumen V_A a un volumen V_B . Calcular el cambio $S_B - S_A$ de la entropía del sistema. (Recordamos que $dU = C_v dT$ para un gas ideal.)

¿Este cambio es positivo o negativo?

Interpretar el signo. (¿Qué representa concretamente $\int_A^B T_1 dS$ para el gas?)

Ejercicio 2: Un gas ideal a temperatura T_1 se encuentra en un recipiente de volumen V_A , separado por una pared de otro recipiente vacío de volumen $V_B - V_A > 0$. Los recipientes están aislados del entorno por paredes adiabáticas. Se remueve de repente la pared de separación (expansión libre) y el gas ocupa el volumen V_B .

Tomando en cuenta los resultados de la expansión libre para el gas ideal (Ejercicio 2, tarea 3) y recordando que la entropía es una cantidad de estado, explicar por qué el resultado del Ejercicio anterior se puede aplicar para calcular el cambio de entropía del gas en el presente problema.

Deducir si el proceso es reversible o irreversible.

Ejercicio 3: Sea un sistema siguiendo un proceso reversible durante el cual recibe calor pero no cambia de volumen ni recibe materia ($dN = 0$). La energía interna varía de U a $U + dU$ durante el proceso. Mostrar que se cumple:

$$dU = TdS.$$

Ejercicio 4: Mostrar que otra manera de formular la segunda ley para un proceso irreversible consiste en escribir $dS = \delta Q/T + d_i S$. $d_i S$ se llama producción de entropía. ¿Cuál es su signo?

Ejercicio 5: Determinar la variación de entropía ΔS de un material con capacidad calorífica C que se calienta o enfría (de manera reversible) de una temperatura T_1 a una temperatura T_f . Se supone C constante, independiente de la temperatura.

Ejercicio 6: Consideramos un sistema compuesto de dos cuerpos aislados del entorno, de volúmenes constantes, con temperaturas respectivas iniciales T_1 y T_2 , capacidades caloríficas a volumen constante C_1 y C_2 , y que se ponen en contacto térmico. Vimos en el Ejercicio 6, tarea 3, que el valor final de la temperatura del sistema es $T_f = (C_1 T_1 + C_2 T_2)/(C_1 + C_2)$. Un cambio infinitesimal de la entropía total se nota dS y por aditividad de esta cantidad,

$$dS = dS_1 + dS_2,$$

donde $dS_{1,2}$ son los cambios de entropía de los dos cuerpos.

En su opinión, ¿el proceso en este sistema es reversible o irreversible?

¿Cuál es el signo de dS durante el proceso?

Recordando que la entropía es una cantidad de estado, explicar por qué el resultado del Ejercicio anterior se puede aplicar para calcular los cambios ΔS_1 y ΔS_2 . Deducir ΔS , comprobar su signo y confirmar si el proceso es reversible o irreversible.

Ejercicio 7: Sea un sistema A y su entorno E , el resto del universo, con el cual A interactúa. El sistema $A+E$ representa todo el universo y es aislado en principio. Mostrar que si A realiza un ciclo irreversible (por ejemplo, A es un motor menos eficiente que un motor de Carnot), entonces:

$$\Delta S_E > 0.$$

Discutir este resultado.

Ejercicio 8: El calor específico C_p de un material está dado por:

$$C_p = a + bT,$$

con $a = 20.35 \text{ J K}^{-1}$ y $b = 0.20 \text{ J K}^{-2}$. Calcular el cambio de entropía cuando la temperatura sube de $17.5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $20.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ejercicio 9: Las células vivas en un organismo son sistemas abiertos que intercambian energía y materia con el exterior. Sin embargo son sistemas de baja entropía, donde esta puede decrecer en el tiempo, $dS < 0$. Explicar cómo esto es posible y cómo la segunda ley sigue válida en este caso.