

Guía 1: Termometría, calorimetría y primer principio

Nota: Los problemas se explican en forma esquemática adrede para que se realice una lectura crítica y de elaboración personal. Sin embargo, si encuentra uno o varios errores por favor escriba a carlosv@df.uba.ar o archubi@iafe.uba.ar, gracias. Carlos Vigh

Problema 15: Un gas tiene la siguiente ecuación de estado:

$$p = \frac{RT}{V} \left(1 + \frac{aT}{V} \right)$$

siendo su energía interna de la forma:

$$E(T, V) = E_0(T) - \frac{RaT^2}{V} \quad (a = cte)$$

1. Hallar el trabajo entregado por el gas durante una expansión isotérmica reversible desde V_0 hasta $3V_0$.
2. dem, durante una expansión isotérmica contra una presión exterior constante P_0 , desde V_0 hasta $3V_0$.
3. Q y ΔE en ambos casos.

Solución: a) Este no es un gas ideal, pero nos dan la ley empírica que satisface:

$$W = \int_{V_0}^{3V_0} P_{ext} dV = \int_{V_0}^{3V_0} P_{gas} dV \quad (1)$$

La igualdad vale por ser un proceso reversible y ahora se reemplaza la ecuación de estado.

$$W = \int_{V_0}^{3V_0} \left[\frac{RT}{V} + \frac{aRT^2}{V^2} \right] dV = RT \ln 3 + \frac{2}{3} \frac{aRT^2}{V_0} \quad (2)$$

b) Dado que solo se especifica que es una expansión isotérmica y no se aclara el proceso puede ser irreversible o reversible.

En el caso irreversible tenemos que:

$$W = P_{ext} \Delta V = 2P_0 V_0 \quad (3)$$

note que el valor del trabajo está acotado para que la expansión sea posible.

En el caso reversible para poder resolverlo necesitaría mos saber cual es la relación entre la presión del gas y la presión externa.

c) En el caso reversible tenemos que:

$$\Delta E = E_0(T) - \frac{aRT^2}{3V_0} - E_0(T) + \frac{aRT^2}{V_0} = \frac{2}{3} \frac{aRT^2}{V_0} \quad (4)$$

Para el calor usamos el primer principio:

$$Q = \Delta E + w = \frac{2}{3} \frac{aRT^2}{V_0} + RT \ln 3 + \frac{2}{3} \frac{aRT^2}{V_0} = \frac{4}{3} \frac{aRT^2}{V_0} + RT \ln 3 \quad (5)$$

En el caso irreversible la energía da el mismo valor porque es función de estado, en cambio el calor queda:

$$Q = \frac{2}{3} \frac{aRT^2}{V_0} + 2P_0 V_0 \quad (6)$$