En efecto

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{|Q_2| - |Q_1|}{|Q_1|} = \frac{|Q_2|}{|Q_1|} - 1 = \frac{\theta_2}{\theta_1} - 1$$

$$= \frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_1}$$

que es el resultado deseado.

La ecuación (6.43) se puede escribir como

$$-\frac{|Q_1|}{\theta_1} + \frac{|Q_2|}{\theta_2} = 0$$

que es un caso particular del teorema de Clausius.

Es importante señalar que los cálculos realizados en este ejemplo para un gas ideal no se obtienen de manera tan simple ni directa cuando la sustancia operante es otra, aun suponiéndola ideal (excepto la radiación electromagnética). El lector interesado en este tema puede consultar los problemas del capítulo 6 del PTC, donde además se discuten varios ciclos de interés en la teoría de máquinas térmicas.

PROBLEMAS

6.1. Demuéstrese que la regla de Dulong-Petit implica que la cantidad de calor necesaria para elevar la masa de un sólido un grado a temperaturas ordinarias, es independiente de la masa de los átomos que constituyen el sólido. ¿De qué depende entonces?

6.2 Usando la ecuación (6.6.) demuéstrese que para un gas ideal

$$\left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_\theta = 0.$$

6.3. Demuéstrese que si θ y V son las variables independientes

a) C_V es una función de punto dada por $\left(\frac{\partial U}{\partial \theta}\right)_V$.

b) $d'Q = C_V d\theta + \frac{C_p - C_V}{\beta V} dV$.

c) Exprésese la ecuación calórica en su forma diferencial.

6.4. Si θ y p son las variables independientes

$$d'Q = \frac{C_V \varkappa}{\beta} dp + \frac{C_p}{\beta V} dV$$

Exprésese la ecuación calórica en su forma diferencial.

6.5. Obténgase las ecuaciones (6.23) y (6.24). Verifíquense los resultados obtenidos usando por lo menos dos procesos distintos.

6.6. *a)* Demuéstrese que $C_p > C_V$ y, por tanto, $\gamma > 1$.
b) Demuéstrese que la pendiente de una adiabática es mayor que la de una isoterma para un gas ideal, en un mismo punto.

6.7. Pruébese la ecuación (6.44) a partir del ciclo de la figura 6.6.

6.8. Mediante las ecuaciones (5.11) y (6.7) demuéstrese la ecuación (6.21).

6.9. Úsese la representación Y—θ para un sistema ideal y demuéstrese que si C_Y = const. las adiabáticas tienen la forma exponencial dada por

$$\theta = C.\exp.\left(\frac{aY^2}{2C_Y}\right)$$

donde a y C son constantes. Supóngase que $X = a\theta Y$.