

(問題6の続き)

(4)式の 8 は C_p である。また、

$$\left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_T = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$$

の関係を 9 に代入すると(4)式は次のようになる。

$$d'Q = C_p dT + \left[\text{7} \right] \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T dp \quad (5)$$

(5)式の 7 を(3)式を用いて消去すると、 $d'Q = \left[\text{10} \right]$ となる。さらに(1)式を代入すると、断熱過程での圧力変化による温度変化率 $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_{\text{断熱}}$ と、仕事なし ($dV=0$) での変化率 $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v$ との関係が次式のように表わされる。

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_{\text{断熱}} = \left[\text{11} \right] \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v \quad (6)$$

問2 熱力学関数について以下の設問 (a)~(d) に答えよ。

(a) 次の関係が成立することを導け。

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - p$$

(b) 次のマクスウェルの関係を導け。ヒント：ヘルムホルツ自由エネルギー $F (= U - TS)$ を用いるとよい。

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$$

(c) 理想気体について、設問 (a), (b) の関係を用いて $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ を求めよ。

(d) 設問 (c) で求められた式が理想気体の内部エネルギーについて表現していることを説明せよ。