

問題6 熱力学 (100点)

以下の問い (問1, 問2) に答えよ。ただし, 圧力を p , 温度を T , 体積を V , 内部エネルギーを U , エントロピーを S とおく。

問1 系の内部エネルギーは系に加える熱 $d'Q$ と仕事 $d'W$ の総和だけ増加する。熱と仕事のうち, 一方をゼロとした時の圧力変化による温度変化率を比較しよう。以下の文中の ~ に入る数式あるいは数字を答えよ。

- (a) 3つの状態量, p, T, V の間に状態方程式が成立するため, 1つは残り2つの関数となる。いま, p, T を独立変数とすると V の全微分は $dV = \text{$ と表わされる。 $dV=0$ とおけば $(\partial T/\partial p)_V = \text{$ となり次式が成立することがわかる。

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T = \text{$$
 (1)

- (b) 加える仕事は準静的過程では と表わされるので, 熱力学第一法則より, 加える熱は U と を用いて次のように表わされる。

$$d'Q = \text{$$
 (2)

U を T と V の関数とおき, (2)式に代入すると $d'Q = \text{$ $dT + \text{$ dV となる。 は定積熱容量 C_V である。従って, 定圧熱容量 C_p は次のように表わされる。

$$C_p = C_V + \text{$$
 $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ (3)

- (c) C_p は別の表現もできる。 U と V をどちらも T, p の関数とおき, (2)式に代入すると加える熱は次のように表わされる。

$$d'Q = \text{$$
 $dT + \text{$ dp (4)

(次ページに続く)