

物理学 II レポート問題 7

n モルの気体のエントロピー S と内部エネルギー U の微小変化の表式は、定積モル比熱 C_V を用いて、一般的に

$$dS = n \frac{C_V}{T} dT + \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV \quad (1a)$$

$$dU = n C_V dT + \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P \right] dV \quad (1b)$$

と書ける。また、定積モル比熱 C_V と定圧モル比熱 C_P の差は、以下のように表せる。

$$C_P - C_V = \frac{T}{n} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad (1c)$$

以上を既知として、以下の問いに答えよ。

[1] 定積モル比熱 C_V が一定で理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ に従う n モルの気体がある。

- (a) エントロピーの微小変化 dS と内部エネルギーの微小変化 dU の表式を、微係数を使わずに書き下せ。
- (b) 定積モル比熱 C_V と定圧モル比熱 C_P との間に、マイヤーの関係式 $C_P = C_V + R$ が成立することを示せ。
- (c) エントロピー S と内部エネルギー U の表式を求めよ。

[2] 定積モル比熱 C_V が温度に依存せず、ファンデルワールスの状態方程式

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - a \frac{n^2}{V^2}$$

に従う n モルの気体がある。ここで、 $R = 8.314$ [J/mol·K] は気体定数、 a と b は正の定数で、 $V - nb > 0$ が成り立つ。(1) 式を用いて以下の問いに答えよ。

- (a) 内部エネルギーの微小変化 dU とエントロピーの微小変化 dS の表式を求めよ。
- (b) 定積モル比熱 C_V が体積に依存しないことを示せ。
ヒント： S は状態量 (ポテンシャル)
- (c) 内部エネルギー U とエントロピー S の表式を求めよ。
- (d) 準静的断熱過程で $T(V - nb)^{\frac{R}{C_V}}$ が変化しないことを示せ。