

熱物理学演習 9

[1] ファンデルワールスの状態方程式

$$\left[P + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - nb) - nRT = 0 \quad (a \text{ と } b \text{ は定数})$$

に従う n モルの気体がある。その定積モル比熱 C_V は、温度変化しないことが実験によりわかっている。

- (a) 微係数 $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ を計算せよ。
- (b) 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 の表式を求めよ。
- (c) 定積モル比熱 C_V が体積に依存しないことを示せ。
- (d) エントロピー S と内部エネルギー U の表式を求めよ。
- (e) 準静的断熱過程で $T(V - nb)^{nR/C_V}$ が変化しないことを示せ。
- (f) 真空中への断熱自由膨張により、体積が V_1 から V_2 まで変化した。この時の温度変化を求めよ。

[2] ある気体 n モルの低温における定積熱容量 nC_V と圧力 P を測定すると、絶対温度 T と体積 V を用いて、

$$nC_V = aVT, \quad P = P_0 + bT^2$$

と表せることがわかった。ここで、 a, b, P_0 は正定数である。

- (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、温度 T と体積 V の関数として求めよ。
- (b) マクスウェルの関係式を用いて、定数 a と定数 b の間に成立すべき関係を書き下せ。
- (c) 熱力学第三法則も考慮して、エントロピー S と内部エネルギー U の表式を、温度 T と体積 V の関数として求めよ。
- (d) 準静的断熱過程により、体積が 2 倍になった。膨張後の温度は膨張前の温度の何倍になるか？