

## 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？