

## 熱物理学演習 1 1

[1] 以下の問いに答えよ。

(a) 理想気体の準静的断熱過程に関するポワソンの式「 $PV^\gamma = \text{一定}$ 」を用いて、断熱圧縮率

$$\kappa_S \equiv -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$$

の表式を求めよ。ここで添字の  $S$  はエントロピーを表す。

(b) 気体中を伝わる音波の速さ  $u$  は、気体の密度  $\rho$  と断熱圧縮率を用いて、 $u = (\rho\kappa_S)^{-1/2}$  と表すことができる。空気を理想気体とみなし、1気圧、 $0^\circ\text{C}$ における空気中の音速  $u$  [m/s]、および、 $0^\circ\text{C}$ と $1^\circ\text{C}$ の音速の差  $\Delta u$  [m/s] を求めよ。ただし空気の分子量  $M$  (= 1モルあたりのグラム数) を 28.9, 空気のポアソン比  $\gamma$  を  $\gamma = 1.41$  とする。

[2] 以下の問いに答えよ。

(a) ギブスの自由エネルギー  $G(T, P, N)$  が化学ポテンシャル  $\mu$  と系の粒子数  $N$  を用いて  $G = \mu N$  と表せることを示せ。

(b) ギブス-デュエムの関係式  $-SdT + VdP - Nd\mu = 0$  を証明せよ。

[3]  $n$  モルの理想気体に関する以下の問いに答えよ。ただし、定積モル比熱  $C_V$  は一定とする。

(a) 内部エネルギー  $U = U(T, V)$  の表式を求めよ。

(b) エントロピー  $S = S(T, V)$  の表式を求めよ。

(c) 理想気体の化学ポテンシャル  $\mu = \mu(T, P)$  の表式を求めよ。ただし、アボガドロ数を  $N_A$  で表す。