

1. 状態方程式を $V = V(T, P)$ と表すとする。以下の問いに答えなさい。(ただし、 V : 体積、 T : 温度、 P : 圧力、)
 - 1-1. 状態方程式を微分型で書きなさい。
 - 1-2. 前問の結果をもちいて、熱膨張率 β 、等温圧縮率 κ 、圧力係数 γ の間に成り立つ関係式を導きなさい。
 - 1-3. 理想気体 (1 モル) の状態方程式: $PV = RT$ (R : 気体定数) を用いて、 β , κ , γ を求めなさい。
2. 状態方程式を $F(V, T, P) = 0$ と表すとき、 $(\partial P / \partial T)_V (\partial T / \partial V)_P (\partial V / \partial P)_T = -1$ を証明しなさい。
3. 熱力学第一法則に関して、以下の問いに答えなさい。
 - 3-1. 「内部エネルギー」は全微分 (完全微分型) で表記できるが、「熱」、「仕事」はそれができない。この違いを物理的な性質の違いとして説明しなさい。
 - 3-2. 準静的な体積変化をおこなえば仕事 $d'W$ は PdV と表すことができることを説明しなさい。
 - 3-3. 理想気体の体積が準静的に V から V' まで膨張するとき、気体が外部に行った仕事を求めなさい。
4. エンタルピー H を導入すると、圧力一定のもとでは熱 $d'Q$ が全微分で表わせることを示しなさい。
5. 定積比熱 C_V 、定圧比熱 C_P をそれぞれ内部エネルギー U とエンタルピー H で表しなさい。その結果から、 C_V は C_P より小さい理由を述べなさい。
6. 1 気圧 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) において、 100°C の水を蒸発するには $2.26 \times 10^6 \text{ (J/kg)}$ の熱エネルギー (エンタルピー) が必要である。このエネルギーの一部は水が水蒸気になるときの体積増加にともなう仕事に費やされる。その割合を求めよ。ただし、 100°C における水と水蒸気の密度をそれぞれ、 $0.96 \times 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, $0.60 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ とする。