

1. 状態方程式を $F(V, T, P) = 0$ と表すとき、 $(\partial P / \partial T)_V (\partial T / \partial V)_P (\partial V / \partial P)_T = -1$ 、を証明せよ。
2. 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よ。
3. 内部エネルギーが温度だけの関数であることを知って、 C_V も C_P も温度だけに依存することを示せ。
4. 1気圧、0℃における空気1モルの体積は22.4 リットル、定圧モル比熱は6.88 (cal/モル・度)、定積モル比熱は4.88 (cal/モル・度)である。空気を理想気体とみなして、熱の仕事当量 (J/cal) を求よ。
5. 高温熱源 (T_H) から熱量 Q_H を受け取り、低温熱源 (T_L) に熱量 Q_L を排出する、理想気体を作業物質とするカルノーサイクルについて、以下の問いに答えよ。
- 5-1. 1サイクルで外に対して行う正味の仕事 W を Q_H と Q_L で書け。
- 5-2. 理想気体の状態方程式と断熱過程の式から、 Q_H , Q_L , T_H , T_L に成り立つ関係式を導出せよ。
- 5-3. 前問の結果をもちいて、 W を Q_H , T_H , T_L で表わせ。
- 5-4. 外気が0℃、室温が10℃のとき、50ワットの逆カルノーサイクルで暖房すると、どれだけの熱を取り込むことができるか。
- 5-5. $T_H = 652^\circ\text{C}$ の熱源から1サイクルあたり500 kJの熱を受け取り、 $T_L = 30^\circ\text{C}$ の熱源に排熱する。このサイクルの効率 η と Q_L を求めよ。
6. 沸騰する水と融点にある氷を熱源とした可逆サイクルの熱効率を測定したところ26.8%であった。
- 6-1. この温度差を100等分したケルビン目盛を採用する利点をのべよ。
- 6-2. 温度差を200等分した目盛では、融点は何度になるか (小数点以下1桁)。
7. 1000 K の熱源から1サイクルあたり600 kJの熱を受け取り、300 K の熱源に450 kJの熱を放出して、150 kJの仕事をする熱機関の実現性を次の2通りで判断せよ。
- 7-1. クラウジウスの不等式
- 7-2. カルノーの定理
- 7-3. クラウジウスの不等式に反する熱機関はカルノーの定理にも反することを示せ。
8. エントロピーについて、
- 8-1. 理想気体の断熱自由膨張では、エントロピーは増加することを熱力学第1法則から導け。
- 8-2. 断熱的に圧縮する場合には、エントロピーは減少することを示し、これが「エントロピー増大の原理」に反しないことを説明せよ。
9. 摩擦の無いピストン・シリンダー容器に100℃の飽和水蒸気が入っている。等圧過程の間に600 kJの熱が25℃の外気に放散して、水蒸気の一部が水になった。容器のエントロピー変化は無視できるとして、以下の問いに答えよ。
- 9-1. 水蒸気と外気のエントロピー変化を符号も含めて求めよ。
- 9-2. この過程は「可逆」、「不可逆」、「不可能」のいずれであるか、理由をつけて答えよ。
- 9-3. この容器を外気とともに断熱容器に納めて十分な時間が経つと、外気の温度は水蒸気の温度とほとんど同じになる。この状態におけるエントロピー変化と過程の性質について考察せよ。

以上

273