

第9回 カルノーの定理

12月4日

本日の内容

Chapter 7 熱力学第2法則

7-5. カルノーの定理 (教科書2の4.4)

7-5-1. カルノー機関 (教科書2の4.4.1)

7-5-2. カルノーの定理の証明 (教科書2の4.4.2)

7-6. 絶対温度 (教科書1の10.4、教科書2の4.5)

7-7. エネルギー方程式の証明 (教科書2の演習問題4.5) [省略]

Chapter 8 エントロピー

8-1. 不可逆性 (教科書2の5.1)

8-2. エントロピーの定義と本質：単純状態の場合

本日のレポート問題

締切：12月8日(火) 午後7時 理学館203-2号室前

[問題7.2] とある仮想的物質の内部エネルギーと準静的仕事・熱、Carnot 機関 (教科書の演習問題3.3と4.3)

状態方程式が

$$P = \frac{NRT_0}{V_0} \left(\frac{T}{T_0}\right)^2 \left(\frac{V}{V_0}\right)^{-1/2} \quad (1)$$

熱容量が

$$C = 4NR \left(\frac{T}{T_0}\right) \left(\frac{V}{V_0}\right)^{1/2} \quad (2)$$

で表される物質があるとする (実在しない物質だけど)。ここで、 R は気体定数、 T_0, V_0 はある定数である。

この物質について以下の問いに答えよ。

(1) 内部エネルギー $U(T, V)$ を計算せよ。ただし、 $U(T = T_0, V = V_0) = U_0$ とせよ。

(2) 等温準静的過程での仕事 $W[T, V_0 \xrightarrow{\text{iqs}} V_1]$ と熱 $Q[T, V_0 \xrightarrow{\text{iqs}} V_1]$ を計算せよ。

(3) (3.30) を用いて断熱曲線を表す微分方程式を求め、それを積分することで断熱曲線の式を求めよ

(4) この物質のカルノー機関を考えて、

$$\frac{Q[T_+, V_0 \xrightarrow{\text{iqs}} V_1]}{T_+} = \frac{Q[T_-, V_2 \xrightarrow{\text{iqs}} V_3]}{T_-} \quad (3)$$

が成立することを確かめよ。記号の意味は、教科書(4.24)式と同じである。