

2011年前期 木2 市川
(持込可)

熱力学期末試験

2011年7月28日実施

問題 1

一定の温度 T に保たれた容器内の理想気体を準静的に体積 V_1 から V_2 へ圧縮する過程を考え
る。容器内の理想気体の物質量 N は一定として、過程の前後でのエントロピー S の変化を、
その符号も含めて求めよ。

問題 2

温度 T_H の高温熱源 H から熱量 Q_H を奪い温度 T_L の低温熱源 L へ熱量 Q_L を放出し、仕事 W を取り
出すカルノーサイクルを考える。熱効率 η を求めよ。また、求めた熱効率 η から何が言える
か説明せよ。

問題 3

(1) Maxwell の関係式

$$\left(\frac{\partial p}{\partial S}\right)_V = -\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V, \quad -\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p, \quad \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_p$$

を導け。

(2) ある固体について温度 T で、圧力が p_A から p_B までの範囲で、

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = a + bp + cp^2 \quad (a, b, c \text{ は定数})$$

と表されるとする。この固体を温度 T で圧力 p_A の状態から圧力 p_B の状態まで圧縮するとき、
エントロピーの変化量を求めよ。

問題 4

断熱壁で囲まれた体積一定の容器の中に純粋な物質の液体とその蒸気が入っている。
蒸気の部分のエントロピー、内部エネルギー、体積、分子数をそれぞれ S_g, E_g, V_g, N_g 、液
体の部分のものを S_l, E_l, V_l, N_l で表わす。孤立系の熱平衡状態は、任意の仮想変化に対す
るエントロピーの 1 次変分 δS が 0 (極大) となるようなものであることを利用して、熱平
衡状態においては次の関係が成り立つことを示せ。

$$T_g = T_l \quad p_g = p_l \quad \mu_g = \mu_l$$

ただし、 T_g, p_g, μ_g はそれぞれ蒸気の温度、圧力、化学ポテンシャルを表し、 T_l, p_l, μ_l は
液体のそれぞれ対応するものを表す。