

問題 4-1 (気体の自由膨張の不可逆性: Q, W の値 その 2)

等温環境下で自由膨張した理想気体の状態を, 問題 2-1 [方法 1], および, [方法 3] によって元の状態に戻す. それぞれの場合に, 各過程で理想気体が吸収した熱量 Q と外界にした仕事 W を求め, このサイクルにおいて, 外界にどのような変化が生じているか, 述べよ.

問題 4-2 (気体の自由膨張の不可逆性: Q, W の値 その 3)

温度一定の熱源と接している透熱容器の中で, 自由膨張した理想気体の状態を, 準静的過程によって元にもどすことを考える. このとき, どのような準静的な過程を用いても, 外界から正の仕事 L が加えられ, 仕事 L と同量の熱量が外界に放出されることを示せ.

問題 4-3 (大気圧, 大気温の高度変化)

空気は平均分子量 m の 2 原子分子の理想気体であると仮定して, 以下の間に答えよ.
(久保, 1 章 A[8] 参照)

1. 大気圧の高度変化が次の式で与えられることを示せ. ただし, z は地表からの高度を表すものとする.

$$\frac{dp(z)}{dz} = -m g p(z) / (RT(z)). \quad (1)$$

2. 大気温の高度変化が次の式で与えられることを示せ. ただし, 空気が上昇するとき, 準静的に断熱膨張すると仮定してよい.

$$\frac{dT(z)}{dz} = -(\gamma - 1) m g / (\gamma R), \quad (\gamma = c_p / c_v). \quad (2)$$

3. 高度 1 km での大気温の低下はいくらになるか, 評価せよ.

問題 4-4 (微分形式の積分可能性)

微分形式 $\alpha(x, y)dx + \beta(x, y)dy$ が (ある関数の) 全微分であるための必要十分条件は

$$\frac{\partial}{\partial y} \alpha(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} \beta(x, y)$$

が成り立つことである. これを示せ.