

物理学 C 講義内容確認テスト (6 月 12 日実施)

断熱壁で囲まれたシリンダーに内壁をつけてそれぞれ体積を V にする(図 1)。半分の領域に理想気体を 1 mol 封入し、もう半分は真空にする。この内壁を取り去ると理想気体は自由膨張をして、やがて平衡状態へ落ち着く。このときのエントロピー変化を以下の手順に従って求めよ。

なお、1mol の理想気体の状態方程式は

$$U(T) = \frac{3}{2}RT, \quad pV = RT$$

である。ここで、圧力を p 、内部エネルギーを U 、温度を T 、気体定数を R とする。

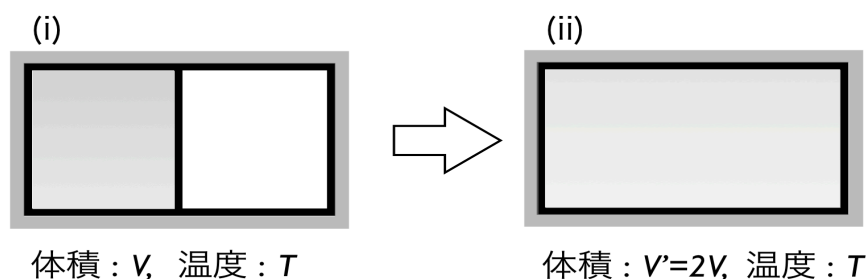


図 1: 断熱壁で囲まれたシリンダー内の理想気体の自由膨張

問: (1) 図 1 の変化は不可逆変化であるため、エントロピーの変化量 ΔS を直接は求められない。終状態においてエントロピーが取りうる値の範囲を S - V (横軸 V) グラフ上の領域に示せ。ただし、初期状態のエントロピーは S_0 とする。(ヒント: 第 2 法則を考える。)

(2) エントロピーの変化量を求めるには、図 1 の変化における初期状態と終状態を結ぶ可逆過程を考えれば良い。図 1 の代わりにシリンダーを熱浴に浸した等温膨張過程を考える(図 2)。図 2 の系を用いてエントロピーの変化量 ΔS と途中の S - V グラフ上の経路を示せ。

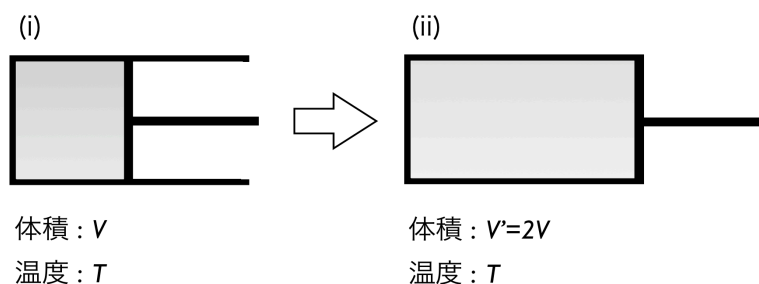


図 2: 理想気体の等温膨張過程