

### 問題5 熱力学 (100点)

以下の問い (問1～問3) に答えよ。ただし、圧力を  $p$ 、温度を  $T$ 、体積を  $V$ 、内部エネルギーを  $U$ 、エントロピーを  $S$  とおく。

問1 内部エネルギーとエントロピーについて、以下の設問 (1)～(4) に答えよ。必要なら次の関係を用いてもよい。

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$$

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

- (1) 等温変化での内部エネルギーと体積の関係  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  を、 $p$ 、 $T$ 、 $V$ を用いて表せ。
- (2) 理想気体の場合の設問 (1) の値を求め、理想気体の性質について述べよ。
- (3) エントロピーを温度と圧力の関数とし、その全微分を示せ。
- (4) 等エントロピー変化での圧力と温度の関係  $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_S$  を、定圧モル比熱  $C_p$  およびモル数  $n$ 、 $T$ 、 $V$ 、次式で定義される熱膨張率  $\alpha$  を用いて表せ。

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

問2 閉鎖系の状態は2つの状態量を指定すると一義的に決まる。そのため、体積と圧力のグラフ上に、特定の状態量の等値線を描くことができる。図1の曲線A-B, A-C, A-D, A-Eはそれぞれ、エントロピー、内部エネルギー、エンタルピー、温度の等値線を示す。以下の設問 (1)～(4) に答えよ。

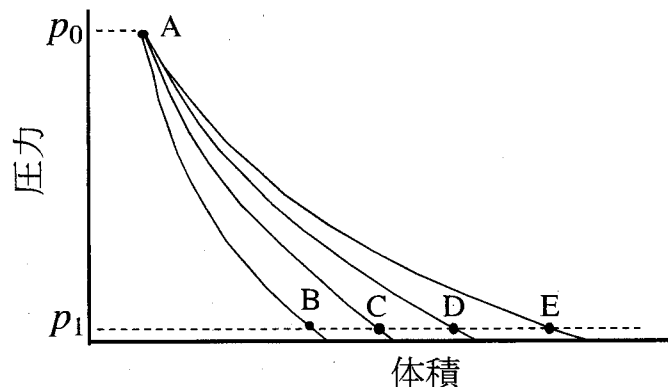


図1 実在気体の4種の状態量の等値線

- (1) 状態B, C, D, E をエントロピーの高い順に答えよ。また、その理由を述べよ。ただし、この物質の熱膨張率は正であるものとする。

(次ページに続く)