

熱力学

1 以下の問に答えよ。

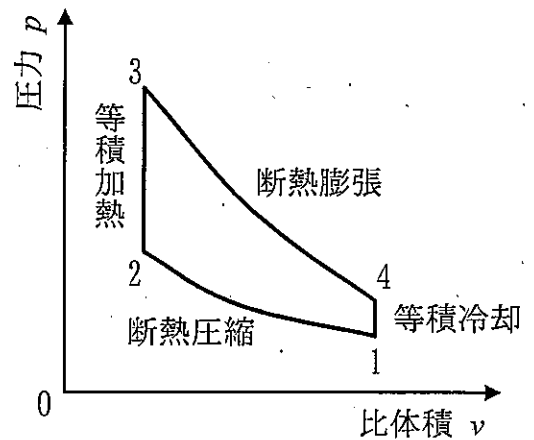
- (1) 20.0℃の水 500 g を 200 W のヒータで加熱した。ヒータの熱はすべて水を加熱するのに使われ、水からの放熱はないと仮定したとき、水の温度が 80.0℃になるのにかかる時間は何秒か求めよ。ただし、水の比熱は温度 T [K] の関数で

$$c = 3.05 \times 10^{-4}T + 4.09 \text{ [kJ/(kg} \cdot \text{K)]}$$

とする。

- (2) 閉じた系にある温度 600 K の空気 2.00 kg が、可逆断熱膨張(等エントロピー膨張)して温度が 300 K になった。この過程で、系から取り出すことのできる仕事を求めよ。ただし、空気は理想気体とし、気体定数を 0.287 kJ/(kg · K)、定圧比熱を 1.00 kJ/(kg · K) とする。
- (3) 質量 2000 kg の自動車が速さ 36.0 km/h で走っている。これをディスクブレーキの摩擦力で静止させる。このとき、ディスクブレーキで発生する摩擦熱で 10.0 kg の水の温度を何度上昇させることができるか求めよ。ただし、自動車の運動エネルギーはすべてディスクブレーキの摩擦熱に変換され、水の比熱は 4.20 kJ/(kg · K) で一定とする。
- (4) 流量 200 g/s の空気がタービンで可逆断熱膨張(等エントロピー膨張)して 20.0 kW の仕事をしている。タービン入口の温度が 800 K のとき、タービン出口の温度を求めよ。ただし、空気は理想気体とし、定圧比熱は 1.00 kJ/(kg · K) で一定とする。

- 2 右の P - v 線図で表されるオットーサイクルについて考える。番号はそれぞれの状態を表す。このサイクルが圧縮比 8.00、状態 1 の温度 300K、状態 3 の体積 800 cm^3 、温度 1000 K、圧力 7.20 MPa で作動しているとき、サイクルの (1) 受熱量、(2) 放熱量、(3) 正味仕事、および (4) 熱効率を求めよ。ただし、サイクルは空気標準サイクルとし、空気の比熱比は一定で 1.40、気体定数は $0.287 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。



- 3 一辺が 1.00 m の立方体 2 個が、1 つの面同士がきれいに合わさって接した状態で、外側を断熱材で覆われている。最初、2 つの立方体の温度は 20.0°C と 80.0°C であった。十分に時間がたった後で 2 つの立方体の温度は同じになった。(1) このときの温度を求めよ。また、(2) 系全体のエントロピー変化を求めよ。ただし、それぞれの立方体の温度はいつも均一で、比熱および密度はどちらの立方体も $0.500 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ および $9000 \text{ kg}/\text{m}^3$ で一定とする。また、必要であれば以下の対数の値を利用してよい。

$$\log 2 = 0.693, \log 3 = 1.099, \log 5 = 1.609, \log 7 = 1.946$$