

第3回 エネルギー変換工学 小テスト

学籍番号: [REDACTED]

名前: [REDACTED]

A

【問】 図のように、圧力 p_0 、絶対温度 T_0 の環境と平衡状態にある質量 m の物体を、絶対温度 T_1 ($> T_0$) の熱源に接触させて絶対温度 T_1 の新しい平衡状態になるまで放置する。そのとき、次の問に答えよ。ただし、この物体の定圧比熱 c_p は一定とする。

- (1) この物体が熱源から吸収した熱量 Q およびその過程で増加した物体のエントロピー ΔS を求めよ。
- (2) 問(1) で求めた物体のエントロピーの増加量 ΔS は熱源が失ったエントロピー $\Delta S'$ よりも大きいことを確かめよ。
- (3) この物体を高温熱源、環境を低温熱源として可逆機関を運転する。物体の絶対温度が再び T_0 になるまでに可逆機関で得られる仕事 W は次式で与えられることを示せ。

$$W = Q - T_0 \Delta S \quad (1)$$

- (4) 問(3) で得られる仕事 W は、物体の内部エネルギー U 、エントロピー S 、体積 V を用いて

$$W = U_1 + p_0 V_1 - T_0 S_1 - (U_0 + p_0 V_0 - T_0 S_0) \quad (2)$$

と表されることを示せ。ただし、添え字 0 と 1 はそれぞれ絶対温度が T_0 、 T_1 と対応する量を表す。

(1) 物体が熱源から吸収した熱量 Q は、

熱量 Q は、

$$Q = m c_p (T_1 - T_0) \quad (35)$$

エントロピーの増加は、

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

状態 0 \rightarrow 1 までの、

$$\Delta S = \int_0^1 \frac{dQ}{T}$$

すなわち、

$$dQ = m c_p dT$$

0.0 54、

$$\Delta S = \int_0^1 \frac{m c_p dT}{T}$$

$$= m c_p \int_0^1 \frac{1}{T} dT$$

$$= m c_p [\ln T]_{T_0}^{T_1}$$

$$= m c_p \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right) \quad (36)$$

$\rightarrow X = \frac{T_1}{T_0}$ とおくと、

$T_0 < T_1$ より、

$$X = \frac{T_1}{T_0} > 1$$

式(36)は、

$$\Delta S = m c_p \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right) > 0$$

すなわち、エントロピーは

増加する。

(2) 熱源のエントロピーの

減少量

$$|\Delta S'| = \int_0^1 \frac{dQ}{T_1}$$

$$= \frac{1}{T_1} \int_0^1 dQ$$

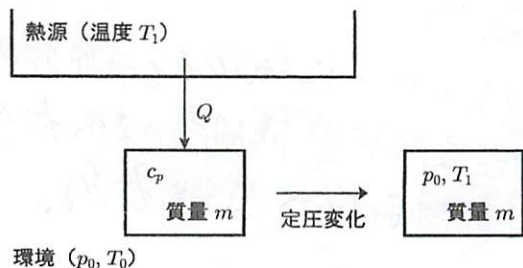
$$= \frac{1}{T_1} \int_0^1 m c_p (T_1 - T_0) dT$$

$$= \frac{m c_p (T_1 - T_0)}{T_1} \quad (38)$$

よって、

$$\Delta S - |\Delta S'| = m c_p \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$$

$$- m c_p \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} \right)$$



$$\Delta S - |\Delta S'| = m c_p \left[\ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right) - \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} \right) \right] \quad (40)$$

(40)において、

$$\frac{T_0}{T_1} = X < 1$$

$$\Delta S - |\Delta S'| = m c_p [X - 1 - \ln X]$$

$$f(x) = x - 1 - \ln x$$

$$f'(x) = 1 - \frac{1}{x} = \frac{x-1}{x}$$

x	0	1
$f'(x)$	\times	\downarrow 0 \uparrow
$f(x)$	\times	0 \circ (極小値)

第3回 エネルギー変換工学 予習シート

学籍番号:

名前:

カルノーサイクルについて各自で調べ、理解した点、分からなかった点を記述せよ。

④ カルノーサイクルについて

熱効率の理論最大効率を考察するために、
カルノーが直感的に導入した理想的
熱機関のこと

高温熱源(T_H)から熱量 Q_H を取り入れ、
低温熱源(T_L)へ熱量 Q_L を放出し、
外部へ仕事をしを得る。

カルノーは熱・仕事変換で全く損失がないように
考えた。

つまり、内部エネルギー変化を全て体積膨張に変換でき、
等温変化や熱機関内の変化が全て可逆過程で
構成されている特徴がある。

[理解したところ]

エネルギーの変換や仕事の発生など、

全て数式で表すことができた、

理論上の最大効率を導き出せたとのこと。

そしてそれが日常生活でも非常に重要な役割を
果たしているとのこと。

[理解しづらかったこと]

具体的な数式や、これらの大い関係についての理解。