

トイソンの原理によれば、この値は正になることはない。

(この組み合わせが正の仕事 ($W - W' > 0$) とすれば、これは第2種永動機関になってしまう (熱をすべて仕事に変えて正の仕事をする).)

よって $Q_2 - Q' \leq 0$, $W - W' \leq 0$

(等号が成り立つのは、サイクルCがカルノーサイクルの時)

適当なサイクルCについて

$$\eta = \frac{W}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2}$$

逆カルノーサイクルC'について (可逆サイクルなので、逆に回したときの熱効率と比べる.)

$$\eta_c = \frac{W'}{Q'} = \frac{Q' - Q_1}{Q'}$$

$$\text{効率の差は } \eta - \eta_c = \left(\frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} \right) - \left(\frac{Q' - Q_1}{Q'} \right) = Q_1 \left(\frac{1}{Q'} - \frac{1}{Q_2} \right) \leq 0 \dots \textcircled{9}$$

↑ ($Q_2 - Q' \leq 0$ より)

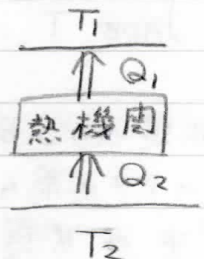
となつて、どんなサイクルCでも、その熱機関としての効率は

カルノーサイクルの効率をこえることはできない $\Rightarrow$ 「カルノーの定理」

クラウジウスの不等式

2つの熱源 T_2 と T_1 ($T_2 > T_1$) ではたうく、任意の熱機関の効率を考える。このサイクルは T_2 から Q_2 の熱をもらい、 T_1 に Q_1 の熱を捨てる。

カルノーサイクル (のみ)



$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} \dots \text{これは可逆サイクルの場合に最大となるので,}$$

$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} \leq \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

$$\text{変形して } \Rightarrow \frac{Q_2}{T_2} - \frac{Q_1}{T_1} \leq 0$$

ここでは Q_2 は (熱機関から T_2 から) もらう熱。 Q_1 は (熱機関から T_1 に) 与える熱。ここで Q を熱源から「もらう熱」と定めると、

$$\frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_1}{T_1} \leq 0 \quad (\text{等号は可逆サイクルの時に成り立つ})$$

この式を 2つ以上の熱源がある場合に拡張して、 n 個の熱源について表すと、

