

演習 2

1. 熱エンジンが高温熱浴から q_h の熱を吸収し、低温熱浴に $-q_\ell$ の熱を捨て、元の状態に戻った。このときエンジンは周囲に仕事 $-w$ をした。(a) 熱エンジンの効率 η の定義を記せ。(b) また、 η を q_h, q_ℓ を用いて記せ。(c) 効率は不等式 $0 \leq \eta < 1$ を満たす。 $\eta = 0$ はどのような場合に相当するか。 η が 1 に近づくのはどのような場合か。

$$(a) \eta = \frac{-w}{q_h}. \quad (b) \eta = 1 - \frac{-q_\ell}{q_h}. \quad (c) \text{ When } \frac{-q_\ell}{q_h} = \frac{T_\ell}{T_h} \rightarrow 0, \eta \rightarrow 1.$$

2. カルノーサイクルとは何かを図を書いて説明せよ。 Omit.

3. カルノーサイクルを行う熱エンジンが $T_h = 450 \text{ K}$ の高温熱浴から 10.0 kJ の熱を吸収し、 $T_\ell = 350 \text{ K}$ の低温熱浴に熱を捨てる。このときの効率 η 、エンジン（系）が周囲にする仕事 $-w$ 、エンジンが低温熱浴に捨てた熱 $-q_\ell$ を数値で与えよ。単位もつけること。

$$\eta = 1 - \frac{T_\ell}{T_h} = 1 - \frac{350}{450} = \frac{2}{9}. \quad \frac{-q_\ell}{q_h} = \frac{7}{9} \text{ and } q_h = 10 \text{ kJ. So } -q_\ell = \frac{70}{9} \text{ kJ. } -w = q_h + q_\ell = \frac{20}{9} \text{ kJ.}$$

4. $df = 2xydx + x^2dy$ は完全微分か？ x, y を $(0, 0)$ から $(1, 2)$ に変化させる 2 経路を考えて、 Δf を比較せよ。

Yes, it is an exact differential. $\Delta f = 2$.

For example, consider Path 1: $y = 2x$ and Path 2: $y = 2x^2$.

$$\text{Path 1: } 2xydx + x^2dy = 6x^2dx. \quad \int_0^1 6x^2dx = 2.$$

$$\text{Path 2: } 2xydx + x^2dy = 8x^3dx. \quad \int_0^1 8x^3dx = 2.$$