

問題6 熱力学 (100点)

以下の問い (問1, 問2) に答えよ。

問1 次の文章を読んで, 以下の設問 (a)~(c) に答えよ。

ヒートポンプとは, 低温系から熱を奪って高温系に熱を放出する装置である。それを実現するためには, ヒートポンプに対して外から仕事をしなければならない。さて, サイクル過程 (一連の変化の後に元の状態に戻るような過程) になるヒートポンプを考え, 下の図の通り, 1サイクルの間にヒートポンプに対して外界がなす正味の仕事を $W(> 0)$, ヒートポンプが低温系から奪う熱を $Q_L(> 0)$, 高温系に放出する熱を $Q_H(> 0)$ とする。

ヒートポンプを暖房として使う場合は, 高温系をさらに温めるのがヒートポンプの役割なので, その暖房効率を

$$\eta \equiv \frac{Q_H}{W}$$

と定義する。以下で, この暖房効率には, 高温系の温度 T_H と低温系の温度 T_L のみで決まる上限があることを示す。

この1サイクルに対して, 熱力学第一法則を当てはめると,

$$\boxed{\text{ア}} + W = \boxed{\text{イ}} \quad (1)$$

となる。熱力学第二法則 (クラウジウスの不等式) は,

$$\frac{\boxed{\text{ウ}}}{T_L} - \frac{\boxed{\text{エ}}}{\boxed{\text{オ}}} \leq 0 \quad (2)$$

と書ける。これらの式 (1) と式 (2) から, 暖房効率 η には上限 $\boxed{\text{カ}}$ があることがわかる。

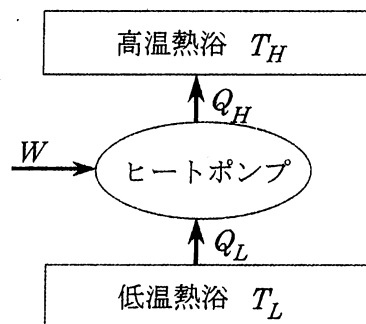


図 ヒートポンプの模式図

- (a) $\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{イ}}$ のそれぞれに入る記号として Q_H と Q_L から適切なものを選び。
- (b) $\boxed{\text{ウ}}$ ~ $\boxed{\text{オ}}$ のそれぞれに入る記号として Q_H , Q_L , W , T_H , T_L から適切なものを選び。
- (c) $\boxed{\text{カ}}$ に入る T_H と T_L を用いた式を記せ。

(次ページに続く)