

3.1

(1) 平衡时房屋吸热速率和放热速率相等。在 dt 时间内吸热

$$dQ = Wdt + dQ_{\text{吸}} = W \left(1 + \frac{T_0}{T - T_0} \right) dt = W \left(1 + \frac{T_0}{T - T_0} \right) dt.$$

放热 $dQ' = a(T - T_0)dt$.

$$dQ = dQ' \text{ 得出 } T = T_0 + \frac{W}{2a} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4aT_0}{W}} \right).$$

(2) 若使用理想加热器, 单位时间供应的热量只有 $dQ = Wdt$, 小于使用泵浦加热, 故要达到相同的加热温度需要更大的功率, 没有使用泵浦合算。

3.2

(1) 由可逆卡诺循环知是理想制冷机, $\frac{Q_2}{P} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$.

$$(2) A(T_1 - T_2) = Q_2 = P \frac{T_2}{T_1 - T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 + \frac{P}{2A} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{4AT_1}{P}} \right).$$

(3)

$$0.3P \frac{T_2}{T_1 - T_2} = A(T_1 - T_2).$$

$$P \frac{T_2}{T_{\text{max}} - T_2} = A(T_{\text{max}} - T_2).$$

二式相除得 $T_{\text{max}} = 311.3K$.

(4)

$$P \frac{T_2}{T_1 - T_2} = A(T_1 - T_2).$$

$$P \frac{T_{\text{min}}}{T_2 - T_{\text{min}}} = A(T_2 - T_{\text{min}}).$$

二式相除得 $T_{\text{min}} = 274.7K$.

3.10

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T} = \frac{dW}{dQ_{\text{吸}}} \rightarrow \text{无限小}$$

$$dS = \frac{dQ_{\text{吸}}}{T} = \frac{dW}{T - T_1} \quad ds(T_1, T) = dW$$

$$dW = TdS - T_1dS = dQ_{\text{吸}} - T_1dS \quad W = \int_{T_1}^{T_2} TdS - T_1(S_2 - S_1) + Q_{\text{吸}}.$$

从初态到末态积分并考虑可逆热机, 有 $W_{\text{max}} = Q - T_1(S_2 - S_1)$.

3.11

(1) $\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_f} \frac{CdT}{T} = C \ln \frac{T_f}{T_1}$, $\Delta S_2 = \int_{T_2}^{T_f} \frac{CdT}{T} = C \ln \frac{T_f}{T_2}$, $\Delta S_w = 0$. ↑ 工作物质 (恢复初始状态)

$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_w = C \ln \frac{T_f^2}{T_1 T_2} \geq 0$ → 不等号来自熵增定律

即 $T_f \geq \sqrt{T_1 T_2}$.

(2) $W = C(T_1 - T_f) - C(T_f - T_2) \leq C(T_1 + T_2 - 2\sqrt{T_1 T_2})$ → 而两热容均为 C. 输出功 = 放热 (来自热)

3.12

“热机所出功” = “系统所出功” (系统通过热机所出功 机械功)

(1) 由理想气体熵计算公式可知 $\Delta S_g = R \ln \frac{2V}{V} = R \ln 2$. 用不同 V: 注意有没 / mol.

(2) 可逆过程系统总熵变为 0. ☆☆

若是自由膨胀, 则 $\Delta S = \Delta S_g = R \ln \frac{2V}{V} = R \ln 2$.

3.13

↓ 不可逆, 引证

使用面积法, 吸热 $Q_{\text{吸}} = Q_{ab} = 1.75 \times 10^5 \text{ J}$

S ↓ : 放 S ↑ : 吸.

放热 $Q_{\text{放}} = Q_{bc} = 1.5 \times 10^5 \text{ J}$

$\eta = \frac{Q_{\text{吸}} - Q_{\text{放}}}{Q_{\text{吸}}}$ ☆☆

T-S 图 → 算 Q. $\eta = 1 - \frac{Q_{\text{放}}}{Q_{\text{吸}}} = 14.3\%$