

武汉理工大学教务处

试题标准答案及评分标准用纸

课程名称：工程热力学和传热学 (A 卷)

一、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

1D、2 B、3 C、4C、5B、6 C、7 C、8B、9B、10B

二、填空题 (每题 2 分, 共 20 分)

1. “传热”; “作功”

$$2. \beta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2} = \sqrt{\frac{P_3}{P_1}}$$

3. 过热

4. 5, 未饱和水、饱和水、湿蒸汽、干饱和蒸汽、过热蒸汽。

5.

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

6. 任何工质, 可逆过程。

$$7. \text{技术功、 } w_t = \frac{1}{2} \Delta c^2 + g\Delta z + w_s$$

8. 小于

9. 导热、对流换热、热辐射

10. 黑体单色辐射力或 “ E_{λ} ”

三、分析题 (每题 10 分, 共 30 分)

1、以下说法有无错误或不完全的地方? 若有, 请加以解释:

(1) “错”

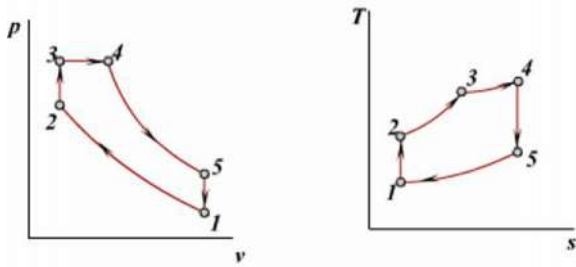
答案: 可逆循环的热效率与冷源、热源的温度有关, 在同温热源与同温冷源之间的一切可逆热机, 其热效率均相等。

(2) 熵只可能增加不可能减少。非

(3) 封闭系统的熵增加一定是吸了热(), 熵减少一定是放了热()。

非是

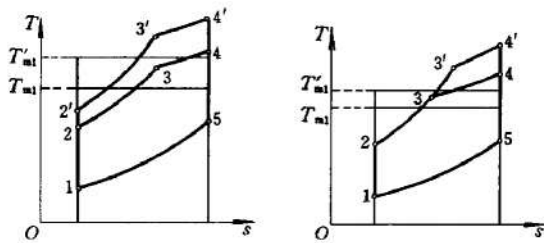
2、(1) 画出循环的 p-v 图及 T-s 图;



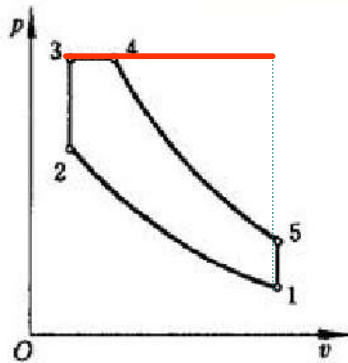
(2) 写出循环的经济性指标;

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \rho^k - 1}{(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1)}$$

(3) 叙述提高经济性指标的措施。



由图可见, ε 、 $\lambda \uparrow \rightarrow T_{m1} \uparrow$, 所以热效率 $\eta_t \uparrow$ 。



显然, 在 3-4 (4') 的加热过程伴随膨胀过程同时进行, 因而, 不同时刻加入系统的热量转换为功量的机会是不相同的。3 点加入的热量在整个膨胀过程中均有机会转换为功, 而随后加入的热量转换为功量的机会越来越少, 在 4' 点加入的热量转换为功的机会为零。可见 $\rho \uparrow \rightarrow \eta_t \downarrow$ 。

3. 答: (1) 对应于总热阻为极小值时的隔热层外径称为临界热绝缘直径。

(2) 平壁外敷设保温材料一定能起到保温的作用, 因为增加了一项导热热阻, 从而增大了总热阻, 达到削弱传热的目的。

(3) 圆筒壁外敷设保温材料不一定能起到保温的作用, 虽然增加了一项热阻, 但外壁的换热热阻随之减小, 所以总热阻有可能减小, 也有可能增大。

四、计算题 (每题 15 分, 共 30 分)

1.

$$\text{解: } m = \frac{pV}{RT} = \frac{0.1 \times 10^6 \times 600}{287 \times (20 + 273)} = 713.5 \text{ kg / hour}$$

(1)定温压缩

$$w_c = -\int_1^2 v dp = -\int_1^2 \frac{pv}{p} dp = RT \int_1^2 \frac{dp}{p} = RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

$$W_c = mw_c = 713.5 \times 287 \times (20 + 273) \ln \frac{0.1}{0.65}$$

$$= 1.123 \times 10^8 \text{ J/hour} = 1.123 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

$$Q = \Delta H + W_c = mc_p(T_2 - T_1) + W_c$$

$$= W_c = 1.123 \times 10^8 \text{ J/hour}$$

$$= -1.123 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

(2)多变压缩

$$W_c = 713.5 \times (20 + 273) \times \frac{1.3 \times 287}{1.3 - 1} \left[\left(\frac{0.65}{0.1} \right)^{\frac{1.3-1}{1.3}} - 1 \right]$$

$$= 1.4 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

注：将绝热公式中的 $\kappa=1.4$ 换成 $n=1.3$ 即可。

$$Q = \Delta H + W_c$$

$$\text{其中：} \Delta H = m\Delta h = mc_p(T_2 - T_1) = mc_p T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

$$= m \frac{Mc_p}{M} T_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = 713.5 \times \frac{29.3}{28.96} \times 1000 \times (20 + 273) \times \left[\left(\frac{0.65}{0.1} \right)^{\frac{1.3-1}{1.3}} - 1 \right]$$

$$= 1.138 \times 10^8 \text{ J/hour} = 1.138 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

$$Q = \Delta H - W_c = (1.138 - 1.4) \times 10^5 \text{ (将符号考虑进去。)}$$

$$= -0.26 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

2. 解：已知 $d_1=300\text{mm}$ $d_2=300+2 \times 10=320\text{mm}$ $d_3=320+2 \times 20=360\text{mm}$ $l=10\text{m}$

$$\lambda_1 = 48\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad \lambda_2 = 0.1\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad t_{w1} = 220 \text{ }^\circ\text{C} \quad t_{w2} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Phi = \frac{t_{w1} - t_{w3}}{\frac{1}{2\pi\lambda_1\ell} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_2\ell} \ln \frac{d_3}{d_2}}$$

$$= \frac{220 - 40}{\frac{1}{2\pi \times 48 \times 10} \ln \frac{320}{300} + \frac{1}{2\pi \times 0.1 \times 10} \ln \frac{360}{320}}$$

$$= 9591.226\text{W}$$

武汉理工大学教务处

试题标准答案及评分标准用纸

课程名称：工程热力学和传热学 (B 卷)

一、选择题（每题 2 分，共 20 分）

1 B、2 D、3:B、4B、5D、6 C、7D、8C、9B、10D

二、填空题（每题 2 分，共 20 分）

1. “直接利用”；“间接利用（或能量转换）”

$$2. \quad \beta = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_3}{p_2} = \sqrt{\frac{p_3}{p_1}}$$

3. 干饱和蒸汽

4. 3, 水的定压预热阶段, 定压汽化阶段, 定压过热阶段。

5.

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\kappa-1}$$

6. 任何工质, 定容过程

$$7. \text{ 技术功、 } w_t = \frac{1}{2} \Delta c^2 + g\Delta z + w_s$$

8. 小或“低”

9. 温度

10. 按波长和温度的分布

三、分析题（每题 10 分，共 30 分）

1、以下说法有无错误或不完全的地方？若有，请加以解释：

(1) 在相同的 T_1 、 T_2 下才成立。

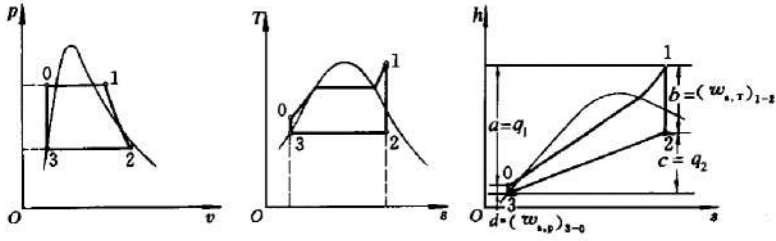
(2) “错”

答案：因为 $\int_1^2 p dV$ 是可逆过程膨胀功的计算式，所以 $Q = \Delta U + \int_1^2 p dV$ 也只能适用于可逆过程。

(3) 错。熵是一个状态参数，与过程无关。

2、

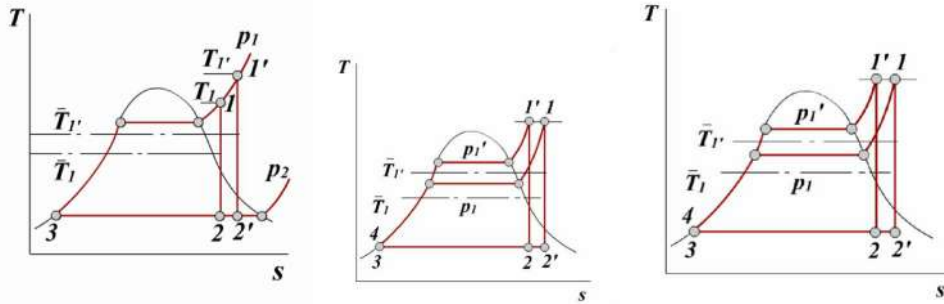
(1) 画出循环的 p-v 图 T-s 图及 h-s 图；



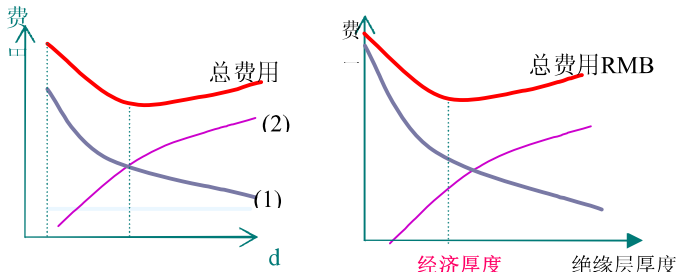
(2) 写出循环的经济性指标;

$$\eta_t = \frac{(w_{s,\tau})_{1-2}}{q_1} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_2'}$$

(3) 叙述提高经济性指标的措施。



$t_1 \uparrow \rightarrow T_{m1} \uparrow \rightarrow \eta_t \uparrow$
 $p_1 \uparrow \rightarrow T_{m1} \uparrow \rightarrow \eta_t \uparrow$
 $p_2 \downarrow \rightarrow T_{m2} \downarrow \rightarrow \eta_t \uparrow$
 3.



(1)—热损失的费用
 (2)—绝缘层消耗费用
 总费用 = (1) + (2)

每年的热损失与热绝缘投资最少时对应的热绝缘厚度称为**热绝缘层经济厚度**。

四、计算题 (每题 15 分, 共 30 分)

1.

解:
$$m = \frac{pV}{RT} = \frac{0.1 \times 10^6 \times 600}{287 \times (20 + 273)} = 713.5 \text{ kg / hour}$$

(1)绝热压缩

$$\begin{aligned}W_c &= mw_c = mT_1 \frac{\kappa R}{\kappa - 1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right] \\&= 713.5 \times (20 + 273) \times \frac{1.4 \times 287}{1.4 - 1} \left[\left(\frac{0.65}{0.1} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} - 1 \right] \\&= 1.48 \times 10^5 \text{ kJ/hour} \\Q &= 0\end{aligned}$$

(2)多变压缩

$$W_c = 713.5 \times (20 + 273) \times \frac{1.3 \times 287}{1.3 - 1} \left[\left(\frac{0.65}{0.1} \right)^{\frac{1.3-1}{1.3}} - 1 \right]$$

$$= 1.4 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

注：将绝热公式中的 $\kappa=1.4$ 换成 $n=1.3$ 即可。

$$Q = \Delta H + W_c$$

$$\text{其中：} \Delta H = m\Delta h = mc_p(T_2 - T_1) = mc_p T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

$$= m \frac{Mc_p}{M} T_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = 713.5 \times \frac{29.3}{28.96} \times 1000 \times (20 + 273) \times \left[\left(\frac{0.65}{0.1} \right)^{\frac{1.3-1}{1.3}} - 1 \right]$$

$$= 1.138 \times 10^8 \text{ J/hour} = 1.138 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

$$Q = \Delta H - W_c = (1.138 - 1.4) \times 10^5 \text{ (将符号考虑进去。)}$$

$$= -0.26 \times 10^5 \text{ kJ/hour}$$

2. 解：已知 $d_1 = 75\text{mm} = 0.075\text{m}$ $d_2 = 75 + 2 \times 2.5 = 80\text{mm} = 0.08\text{m}$ $\lambda = 60 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ $t_{r1} = 90$

$^\circ\text{C}$ $t_{r2} = 20$ $^\circ\text{C}$ $\alpha_1 = 500 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $\alpha_2 = 35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

$$\begin{aligned}q_1 &= \frac{t_{r1} - t_{r2}}{\frac{1}{\alpha_1 \pi d_1} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \pi d_2}} \\&= \frac{90 - 20}{\frac{1}{500\pi \times 0.075} + \frac{1}{2\pi \times 60} \ln \frac{0.08}{0.075} + \frac{1}{35\pi \times 0.08}} \\&= 572.2 \text{ W/m}\end{aligned}$$