

中山大学

2018 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码： 874

科目名称： 工程热力学

考试时间： 2017 年 12 月 24 日 下午

考生须知

全部答案一律写在答题纸上，答在试题纸上的不计分！答题要写清题号，不必抄题。

一、 简述题（每题 5 分，共 40 分）

1. 对于某一特定物质，如果从某一初态到某一终态，有两条路径，一为可逆，一为不可逆。那么，不可逆途径的 ΔS 必大于可逆途径的 ΔS ，对吗？有没有例外？为什么？
2. “过程量”和“状态量”有什么不同？
3. 与大气温度相同的压缩气体可以从大气中吸热而膨胀做功（依靠单一热源做功）。这是否违背热力学第二定律？
4. 在燃气轮机装置的循环中，如果空气的压缩过程采用定温压缩（而不是定熵压缩），那么压气过程消耗的功就可以减少，因而能增加循环的净功（ w_0 ）。在不采用回热的情况下，这种定温压缩的循环比起定熵压缩的循环来，热效率是提高了还是降低了？为什么？
5. 用稳流能量方程分析锅炉和汽轮机的能量转换特点，得出对其适用的简化能量方程。
6. 什么叫含湿量？相对湿度越大含湿量越高，这种说法对吗？
7. 过热蒸汽的温度一定高于湿蒸汽的温度，对吗？为什么？
8. 闭口系经过一不可逆绝热过程后，是否可通过一个过程使该系统回到原来的状态？为什么？

二、计算题 (5 题, 共 110 分)

1. (20 分) 用一台水泵将井水从 6m 深的井里泵到比地面高 30m 的水塔中, 水流量为 $25\text{m}^3/\text{h}$, 水泵耗功是 12kW。冬天井水温度为 3.5°C , 为防止冬天结冰, 要求进入水塔的水温不低于 4°C 。整个系统及管道均包有一定厚度的保温材料, 问是否有必要在管道中设置加热器? 如有必要的话需加入多少热量? 设管道中水进、出口动能差可忽略不计; 水的比热容取定值 $c_p = 4.187\text{kJ}/(\text{kg K})$ 且水的焓差 $\Delta h \cong c_p \Delta t$, 水的密度取 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2. (20 分) 0.25kg CO 在闭口系中由初态 $p_1 = 0.25\text{MPa}$ 、 $t_1 = 120^\circ\text{C}$ 膨胀到终态 $t_2 = 25^\circ\text{C}$, $p_2 = 0.125\text{MPa}$ 、作出膨胀功 $W = 8.0\text{kJ}$, 已知环境温度 $t_0 = 25^\circ\text{C}$, CO 的 $R_g = 0.297\text{kJ}/(\text{kg K})$, $c_v = 0.747\text{kJ}/(\text{kg K})$, 试计算过程热量, 并判断该过程是否可逆。

3. (20 分) 冬季室内取暖, 燃烧煤获得温度为 T_1 (1800K) 的热量 Q_1 , 可直接使其降至室内温度 T_2 (20°C) 而供热。若采用另一方法, 即先以 T_1 作为卡诺热机的高温热源, 加给热机的热量为 Q_1 , 并以室外冷空气 T_0 (0°C) 作为低温热源, 由该热机产生的功再带动一逆向卡诺循环热泵向室外冷空气提取热量 Q_0 , 而供给室内热量为 Q 。

(1) 试证明后一种方法向室内提供的热量 Q 将近十二倍于煤直接燃烧所供的热量 Q_1 (15 分)

(2) 在 T - s 图上表示之 (5 分)

4. (30 分) 一制冷机在 -20°C 和 30°C 的热源间工作, 若其吸热为 10kW , 循环制冷系数是同温限间逆向卡诺循环的 75%, 试计算:

(1) 散热量; 循环净耗功量; (10 分)

(2) 如压气机的绝热效率 $\eta_{cs} = 0.90$ 、膨胀机的相对内效率 $\eta_T = 0.92$, 求无回热时的制冷系数 ε 、每千克空气的制冷量 q_c 及压缩过程的作功能力损失。 (20 分)

5. (20分) 某朗肯循环, 1-2 汽轮机等熵膨胀, 2-3 冷凝器等压放热, 3-4 水泵等熵压缩, 4-1 锅炉等压吸热。蒸汽初压 $p_1 = 6 \text{ MPa}$, 初温 $t_1 = 600 \text{ }^\circ\text{C}$, 冷凝器内维持压力 10 kPa , 蒸汽质流量是 80 kg/s , 假定锅炉内传热过程是在 1400 K 的热源和水之间进行; 冷凝器内冷却水平均温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 。已知

$$h_1 = 3657 \text{ kJ/kg}, s_1 = 7.161 \text{ kJ/(kg K)}, h_2 = 2276 \text{ kJ/kg}, s_2 = s_1 = 7.161 \text{ kJ/(kg K)}, \\ h_3 = 191.76 \text{ kJ/kg}, s_3 = 0.649 \text{ kJ/(kg K)}; v_3 = 0.0010103 \text{ m}^3/\text{kg}, s_4 = s_3。$$

求:

- (1) 水泵功; 锅炉烟气对水的加热率; 汽轮机做功; 冷凝器内乏汽的放热率; 循环热效率 (10分)
- (2) 各过程及循环不可逆作功能力损失。已知 $T_0 = 290.15 \text{ K}$ 。(10分)