

南京航空航天大学

2016 年硕士研究生招生考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 817

科目名称: 工程热力学

满分: 150 分

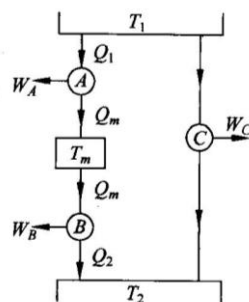
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、简答题 (50 分)

- 1、(5 分) 分析绝热过程的状态方程 $pv^k = const$ (其中 $k = c_p/c_v$) 的适用范围。
- 2、(5 分) 分析工质绝热节流后, 焓、压力、温度以及熵如何变化?
- 3、(6 分) 试求范德瓦尔气体在定温膨胀时所做的功。范德瓦尔气体状态方程表达式为:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}。$$

- 4、(6 分) 0°C 的冰在温度为 20°C 的大气中逐渐融化成水, 试分析该过程是否可逆? 过程中冰和大气熵变的绝对值哪个大? 为什么?
- 5、(6 分) 若未饱和湿空气被等容冷却到其中水蒸气刚开始凝结的温度 T_v , 问此温度比露点温度 T_d 高还是低? 为什么?
- 6、(6 分) 理想气体定温膨胀过程中吸收的热量可以全部转换为功, 这是否违反热力学第二定律? 为什么?
- 7、(6 分) 理想气体遵循迈耶定律 $c_p - c_v = R_g$, 试证明理想混合气体遵循同样定律, 即 $\overline{c_p} - \overline{c_v} = \overline{R_g}$ 。
- 8、(10 分) 温度为 T_1, T_2 的两个热源间有两个卡诺机 A 与 B 串联工作 (即中间热源接受 A 机的放热, 同时向 B 机供给等热量)。试证明这种串联工作的卡诺热机总效率与工作于同一 T_1, T_2 热源间的单个卡诺机效率相同。



二、(10分) 一台稳定工作的压缩机, 进口截面积为 0.1m^2 。空气在进口处的压力为 0.1MPa 、温度为 290K 、速度为 6m/s , 出口处压力为 0.7MPa 、温度为 450K 、流速为 2m/s 。压缩机向外界的散热速率为 180kJ/min 。空气可视作理想气体, $c_p=1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $R_g=0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。求压缩机的耗功率。

三、(10分) 5kg 水起初与 295K 的大气处于热平衡状态, 一台热泵在水与大气之间工作, 使水定压冷却到 280K , 求所需的最小耗功是多少? 水的定压比热为 $4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

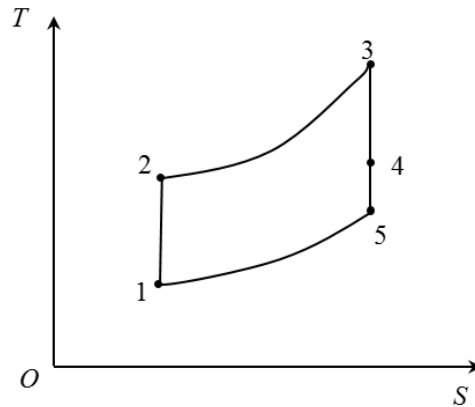
四、(10分) 一氧气瓶容积为 0.04m^3 , 盛有 $p_1=147.1\times 10^5\text{Pa}$ 的氧气, 其温度与室温相同, 即 $t_1=t_0=20^\circ\text{C}$ 。问: 1) 如开启阀门, 使压力迅速下降到 $p_2=73.55\times 10^5\text{Pa}$ (可视为绝热过程), 此时氧气的温度 T_2 和放出的氧气质量 Δm 为多少? 2) 如放气极为缓慢, 以致氧气瓶内气体与外界随时处于热平衡, 当压力也自 $p_1=147.1\times 10^5\text{Pa}$ 下降到 $p_2=73.55\times 10^5\text{Pa}$, 所放出的氧气较 1) 过程多还是少? 氧气视为理想气体, $R_g = 259.8\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K}), k = 1.4$ 。

五、(15分) 一可逆热机以理想气体为工质自状态 1 定容吸热到状态 2, 接着绝热膨胀到状态 3, 再定压返回状态 1, 完成循环。1) 画出该循环的 p - v 图和 T - s 图; 2) 证明该循环所产生的净功与所吸收热量之比为 $w_{\text{net}}/Q_1 = 1 - k[(V_3/V_1)^{-1}]/[(p_2/p_1)^{-1}]$ 。

六、(15分) 空气在轴流压缩机中被绝热压缩, 压比为 25, 初终态温度分别为 303K 和 835K 。试求: 1) 压气机的绝热效率; 2) 压缩过程的熵变; 3) 作功能力的损失。空气视作理想气体, 比热容取定值 $c_p=1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $R_g=0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $k=1.4$, 环境温度为 273K 。

七、(20分) 燃烧产物以设计状态 400kPa 、 1000K 、 200m/s 流入一燃气轮机的喷管, 出口压力为 270kPa , 流量为 3kg/s 。假设流动为等熵流动, 燃烧产物取 $k=1.34$, $c_p=1.16\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。试问: 1) 喷管类型 (渐缩喷管还是缩扩喷管); 2) 喷管出口速度; 3) 喷管出口面积。

八、(20分) 一架涡轮喷气式飞机在海拔 9150m 的高空以 320m/s 的速度飞行，环境压力为 32kPa、温度 -32℃。已知压气机的增压比 $\pi=12$ ，涡轮进口温度为 $T_3=1400K$ ，空气进入压气机的质量流量为 $m=40kg/s$ ，燃烧室对空气的加热功率为 $q=945.16kW/kg$ 。发动机工作循环可视作定压加热理想循环 ($T-S$ 图如下)，假设喷管出口完全膨胀。空气视作理想气体，定比热 $c_p=1.005kJ/kg$ ， $k=1.4$ ， $R_g=0.287kJ/(kg K)$ 。



求

- 1) 压气机出口气体温度 T_2 、涡轮出口气体温度 T_4 和喷管出口温度 T_5 ;
- 2) 压气机压缩过程的耗功量 W_c ;
- 3) 求涡轮出口的气流速度 c_{f4} 及喷管出口的气流速度 c_{f5} 。