

# 南京航空航天大学

## 2017 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 817

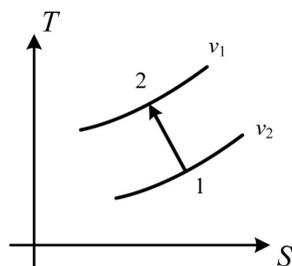
满分: 150 分

科目名称: 工程热力学

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、简答分析题 (50 分)

- (5 分) 绝热真空刚性容器内充入理想气体后, 容器内气体的温度与充气前气体的温度一样。这个说法正确吗? 简要说明理由。
- (5 分) A 热机的火用效率比 B 热机高, A 热机的热效率是不是也一定比 B 热机高? 请简要说明理由。
- (5 分) 试证明理想气体 T-s 图中, 通过某点的定容线比定压线更加陡峭。
- (6 分) 判断下列 2 个过程是否可逆。并扼要说明原因。
  - 对刚性容器内的水加热使其在恒温下蒸发。
  - 对刚性容器内的水做功使其在恒温下蒸发。
- (6 分) 用水泵输送容器内的热水到一定高度的另一个系统内, 为防止热水在输送过程中可能产生的汽化, 试分析水泵应该装在容器下还是容器上若干米处?
- (6 分) 在焓湿图上绘出降温除湿过程 1-2, 并在图上表示出从  $t_1 > t_d$  降温到  $t_2 < t_d$  后湿空气内水蒸气分压力的变化大小。
- (7 分) 某闭口系统经历一个可逆过程从状态 1 变化到状态 2, 如下图所示, 工质视为理想气体。试分析该过程是吸热还是放热, 是对外做功还是外界对其做功。如果是不可逆呢? 并简述理由。



- (10 分) 一小瓶温度为  $T_A$  的氦气, 放置在一个封闭的保温箱内, 小瓶由绝热材料制成。设箱内原为真空, 由于小瓶漏气, 瓶内氦气的温度变成  $T_A'$ , 箱内氦气的温度为  $T_B$ , 试分析  $T_A, T_B, T_A'$  中哪一个最大? 哪一个最小?

二、(10 分) 某种理想气体初态为  $P_0, T_0$ , 经可逆绝热膨胀到  $P_1$ , 然后在体积不变的情况下温度缓慢恢复到  $T_0$ , 此时压力为  $P_2$ 。

试求: 1) 在 P-v 图上画出此热力过程;

2) 证明  $k = \frac{c_p}{c_v} = \frac{\ln(p_0 / p_1)}{\ln(p_0 / p_2)}$ 。

三、(10 分) 某活塞式压气机从环境吸入空气, 压入储气罐中。压气机开始工作前, 储气罐上仪表显示表压  $50kPa$ , 温度  $17^\circ C$ 。压气机每分钟吸气量为  $0.2m^3$ 。储气罐容积为  $9.5m^3$ 。问经过多少分钟后, 压气机才能使储气罐内气体的状态为  $0.7MPa, 50^\circ C$ ? 已知环境空气参数为  $15^\circ C, 100kPa$ 。

四、(15 分) 空气流过多孔填料的过程可近似视为绝热节流过程。现有一股空气流过多孔填料后, 压力由  $0.22\text{MPa}$  降低到  $0.18\text{MPa}$ 。然后从  $800\text{K}$  的恒温热源吸热, 使空气定压地从  $30^\circ\text{C}$  升高到  $120^\circ\text{C}$ 。已知环境温度为  $30^\circ\text{C}$ , 空气视为定比热的理想气体,  $c_p = 1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

- 试求: 1)  $1\text{kg}$  空气由于其在多孔填料内部流动阻力所引起的做功能力损失;  
2)  $1\text{kg}$  空气由于不等温传热过程所引起的做功能力损失;  
3)  $1\text{kg}$  空气在以上过程中的总做功能力损失。

五、(15 分) 氧气瓶容积为  $0.04\text{m}^3$ , 内盛有压力  $p_1 = 150 \times 10^5\text{Pa}$  的氧气, 其温度与室温相等,  $t_1 = t_0 = 27^\circ\text{C}$ 。已知氧气的比热比  $k = 1.4$ , 定压比热容  $c_p = 0.918\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , 气体常数  $R_g = 0.260\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。试确定:

- 1) 当开启阀门使压力迅速下降到  $p_2 = 70 \times 10^5\text{Pa}$  时, 瓶内氧气所能达到的最低温度  $t_2$ , 以及此过程中所释放出氧气的质量;  
2) 当开启阀门极为缓慢地放气至  $p_2 = 70 \times 10^5\text{Pa}$ , 使瓶内气体始终保持在  $27^\circ\text{C}$  时, 此过程中所放出氧气的质量, 以及瓶内氧气与周围环境间的换热量。

六、(15 分) 一架正准备起飞的单发战斗机, 被绳索水平固定在航母甲板上。其装备的喷气式发动机压气机增压比为 9。温度为  $7^\circ\text{C}$ 、压力为  $95\text{kPa}$  的环境空气以  $20\text{kg/s}$  的流量被发动机吸入。航空煤油的热值为  $42500\text{kJ/kg}$ , 发动机的油耗为  $0.5\text{kg/s}$ 。假设发动机循环为理想布雷登循环, 工质视为理想气体,  $c_p = 1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。忽略燃油加入带来的气体出口质量增加, 忽略不可逆因素, 忽略发动机进气速度。

- 试求: 1) 此时喷管出口的流速;  
2) 绳子的受力。

七、(15 分)  $\text{CO}_2$  从储气罐进入一个喷管, 喷管效率 (即速度系数)  $\varphi = 0.92$ 。储气罐内  $\text{CO}_2$  的压力为  $1.5\text{MPa}$ , 温度为  $30^\circ\text{C}$ 。当喷管出口截面处的环境压力为  $0.25\text{MPa}$  时, 问应采用什么类型的喷管? 此时喷管出口处的气体温度、气体流速及马赫数  $Ma$  各为多少? 当喷管出口截面积  $A_2 = 100\text{mm}^2$  时, 试求质量流量。 $\text{CO}_2$  视为定比热容理想气体,  $c_p = 0.846\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$ ,  $k = 1.3$ 。

八、(20 分) 一个 4 缸 4 冲程总排量 (排量即上止点与下止点之间的气缸容积之差) 为  $1.6\text{L}$  的汽油发动机, 在压缩比为 11 的某理想循环下工作。加热和进、排气过程都可以认为是定容过程, 压缩和膨胀过程都可以认为是  $n = 1.35$  的多变过程。环境状态为  $110\text{kPa}$ 、 $27^\circ\text{C}$ 。由于材料与结构限制, 发动机能承受的最大压力为  $5\text{MPa}$ 。

- 试求: 1) 画出该循环的  $p-v$  图和  $T-s$  图;  
2) 求该发动机的效率;  
3) 如果整机功率为  $20\text{kW}$ , 它的转速是多少 (转/分钟)?  
4) 若发动机能承受的最大压力相同, 请作图分析该循环与奥托循环的效率哪个更高?