

# 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: 917

满分: 150 分

科目名称: 工程热力学(专业学位)

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 (60 分)

- (5 分) 有人认为一个物体的温度越高, 其含有的热量越高, 因此能够对外做出更多的功。请就此观点进行简要分析。
- (5 分) 试判定比体积、比热力学能、比焓、比熵以及比热这 5 个参数, 哪些是状态参数?
- (5 分) 不可逆过程就是指工质不能恢复到初始状态的热力过程。请简要分析该说法是否正确。
- (5 分) 如图 1 所示, 有任意两个热力过程 a-b 和 a-c。假设 b 和 c 点处于同一个绝热等熵线上, 请分析和判定  $\Delta U_{ab}$  和  $\Delta U_{ac}$  的大小关系。

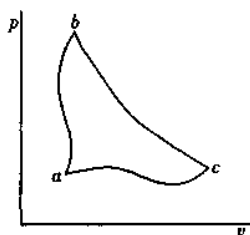


图 1

- (5 分) 现有 1kg 的某理想气体, 其温度同环境温度相同。有人认为由于其温度同环境温度一致, 因此该理想气体的热力学能焓为零, 并无法对外输出功。请简要分析该观点是否正确。
- (5 分) 气体在喷管内绝热流动, 无论是否可逆, 出口速度都可以用  $c_{f2} = \sqrt{2(h_0 - h_2)}$  来计算, 这是否意味着可逆过程和不可逆过程所得到的效果是相同的? 请简要分析。假设忽略进出口势能差。
- (6 分) 理想气体流经某绝热节流装置, 节流前温度为 300K, 压力为 1MPa, 节流后压力降低为 0.7MPa。请分析节流后该气体的温度是大于、小于还是等于 300K。假设忽略进出口的动能和势能变化。
- (6 分) 某绝热储气罐内, 存储有温度为 25℃ 的空气。试预估当储气罐内压力处于什么范围时, 打开放气阀排气, 会在阀门附近出现结冰的现象? 假设环境压力为 0.1MPa, 相对

湿度不为零。

9. (8分) 某可逆正向循环如图2所示, 过程1-2为温度随熵线性变化的过程, 过程2-3为等熵过程, 过程3-1是等温过程。试求该循环的热效率。假设  $T_2=554K$ ,  $T_1=277K$ 。

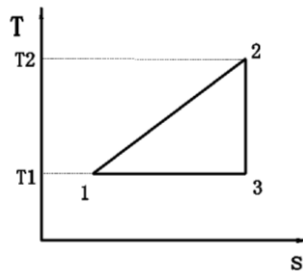


图2

10. (10分) 试判断  $1kg$  理想气体是否可以实现压力降低、同时温度升高且对外做功的可逆多变过程? 如果可以, 请指出多变指数  $n$  所处的范围; 在  $T-s$  图上表示出该过程并用面积表示出该过程的焓变。

二、(10分) 一定质量的气体, 经过一个不可逆过程  $A$ , 从温度为  $1000K$  的恒温热源吸热  $100kJ$ , 达到终态后其热力学能增加  $30kJ$ , 然后再通过可逆过程  $B$  恢复到初始状态。在该可逆过程中系统继续同  $1000K$  的热源发生热量交换。热力过程  $A$  和  $B$  共造成热源的熵增为  $0.01kJ/K$ 。请求: 热力过程  $A$  和  $B$  中气体分别同外界交换的功? 热力过程  $B$  中气体同  $1000K$  热源之间的换热量?

三、(10分) 一个绝热气瓶中装有温度为  $T_A$  的氮气, 将其放置在一个刚性真空保温箱内。由于气瓶的漏气, 气瓶内氮气的温度变为  $T_B$ , 保温箱内氮气的温度变为  $T_C$ 。试分析  $T_A$ 、 $T_B$  和  $T_C$  中, 哪一个最大, 哪一个最小? 假设氮气为理想气体。

四、(10分) 一台空气压缩机, 进口环境气体温度为  $21^\circ C$ , 压力为  $0.1MPa$ , 储气筒上的压力表读数为  $1.5MPa$ 。假设空气为理想气体,  $k=1.4, R_g=287J/(kg \cdot K)$ 。请分析:

- 1) 采用单级绝热压缩方案时, 压缩机出口气体温度;
- 2) 采用带完全中间冷却, 理想的两级绝热压缩方案 (此时耗功最小) 时, 压缩机出口气体温度;
- 3) 相比单级绝热压缩, 两级压缩中耗功量减小的百分比。

五、(10分) 有研究者设计了一种能量分离装置, 可以将  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  热水中占质量 20% 的部分升温至  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 而将剩下 80% 的部分通过和环境 ( $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 充分热量交换后, 降温至  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

$c_{H_2O} = 4186\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。请分析:

- 1) 利用工程热力学相关知识, 分析该设计方案是否可行;
- 2) 如果能够实现, 确定  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  热水变成  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  高温水的极限比例。

六、(10分) 某内燃机按照理想定压加热循环工作, 循环初始状态为  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0.98\text{ bar}$ , 压缩比为 15, 定压预胀比为 7.5, 膨胀终了压力为  $2.5\text{ bar}$ 。请在  $P-v$  图上表示出该热力循环, 确定循环中最高温度和循环热效率, 并与同温度范围内卡诺循环热效率相比较。空气视为理想气体,  $c_p = 1004\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $k = 1.4$ 。

七、(20分) 研究者利用一个压力恒定为  $0.6\text{ MPa}$ , 温度保持为  $405\text{ K}$  的气源, 通过一个喷管为试验段提供超音速气流, 试验段进口压力保持  $0.15\text{ MPa}$ 。方案论证中有人提出相比空气为工质, 采用氦气为工质可以实现更高的气流速度。假设氦气和空气均可以视为理想气体, 喷管流动视为等熵流动, 忽略进口速度,  $c_{p,Air} = 1004\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $c_{p,He} = 5234\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $k_{Air} = 1.4$ ,  $k_{He} = 1.667$ ,  $R_{g,Air} = 287\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $R_{g,He} = 2094\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。试问:

- 1) 确定喷管的结构类型;
- 2) 分别以空气和氦气为工质时, 喷管出口的绝对速度以及马赫数;
- 3) 分别以空气和氦气为工质时, 喷管最小截面处气体的温度;
- 4) 分析和判定该方案是否可行。

八、(20分) 某理想燃气轮机动力装置中, 进气温度为  $280K$ , 压力为  $0.1MPa$ , 循环增压比为  $25$ , 燃烧室出口温度为  $2150K$ 。为了充分利用排气中的能量, 工程上常会应用回热方式, 即用排出的高温废气来预热进入燃烧室的空气。假设回热器的回热效率为  $100\%$ , 空气视为理想气体,  $k=1.4, R_g=287J/(kg \cdot K), c_p=1004J/(kg \cdot K)$ 。试问:

- 1) 该动力装置理想循环和回热循环过程在  $T-s$  图上的表示 (并标出 1~6 各点位置);
- 2) 两种循环方式下的燃气轮机的热效率和单位质量空气所能输出的功。

