

南京航空航天大学

2018 年硕士研究生入学考试初试试题 (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 (共 50 分)

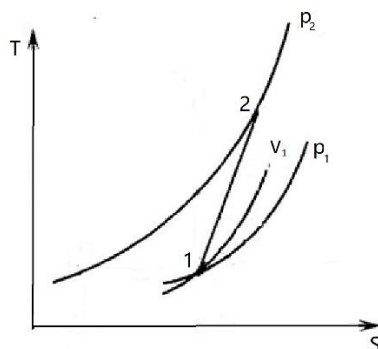
- 1、(5 分) 均质等截面杆两端的温度由两恒温热源维持, 保持两端温度为 t_1 和 t_2 不变, 取此杆为系统, 则系统处于平衡状态。该说法正确吗? 简要说明理由。
- 2、(5 分) 若封闭气缸内的湿空气定压升温, 问湿空气的 ϕ , d , h 如何变化?
- 3、(6 分) 一刚性容器, 用隔板分成两部分, 左边储存有高压理想气体, 右边为真空。抽去隔板, 气体立即充满整个容器, 问若该容器绝对良好导热, 则工质热力学能、温度如何变化? 与外界换热量能否确定。简要说明理由。
- 4、(6 分) 考虑一出口截面为声速的收缩喷管, 若该喷管入口处空气状态保持恒定, 出口面积减小后, 问: (1) 出口处流速如何变化? (2) 通过喷管的质量流量如何变化? 假设喷管等熵, 空气为定比热理想气体。
- 5、(6 分) 一刚性容器装有两种理想气体的混合气体。加热混合气体, 容器内的压力和温度值上升。问两种气体的分压力会改变吗? 其分压力与混合气体压力的比值是否会改变? 简要说明理由。
- 6、(6 分) 空气从 0.1MPa 、 27°C 被可逆压缩至 0.5MPa 、 207°C , 空气视为理想气体, 定比热 $c_p = 1.004\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ 。试问这个过程是绝热的吗? 如果是, 请计算单位质量空气所做的功; 如果不是, 确定热量传递的方向。说明理由。
- 7、(8 分) 一台热泵夏天被用来制冷, 冬天被用来采暖。房间整年维持在 24°C 。 1°C 室内外温差的房间热损失是 0.44kW 。室外平均温度在夏天为 32°C , 在冬天为 -4°C 。试分析制冷和采暖的功率分别是多少? 哪个功率确定了必须购买的机组功率大小?
- 8、(8 分) 系统经历了一个循环, 从温度为 T_0 环境吸热 Q_0 , 从温度为 T_s 的热源吸热 Q_s , 并在温度为 T_u 下放热 Q_u 。循环中再也没有其它能量传递。若 $T_s > T_u > T_0$, 试推导用 Q_s 、 T_s 、 T_u 、 T_0 表示的 Q_u 的最大理论值。

二、(10 分) 试推导理想气体定比热容多变过程熵变的计算公式为:

$$s_2 - s_1 = \frac{n-k}{n(k-1)} R_g \ln \frac{p_2}{p_1}。$$

三、(10 分) 存在某可逆多变压缩过程 1-2, 其过程线如下图所示, 试分析: 1) 该过程温度、比容如何变化, 过程是吸热还是放热? 2) 给出多变指数 n 的范围; 3) 如果存在另一个起始状态同样为 1-2

的不可逆绝热压缩过程，在 $T-s$ 图上用面积表示出两过程的耗功量，并比较哪一个过程耗功更多？



四、（10 分）利用气源将高压空气充入一容积为 0.5m^3 的绝热刚性容器。气源温度为 300K ，压力 0.5MPa ，若充气前容器内存在有压力为 0.1MPa ，温度为 300K 的空气，求充气至 0.3MPa 时的充入的气体质量和容器内气体的温度。空气视为理想气体，定比热。

五、（15 分）气缸-活塞系统内气体由初始平衡态 1 经历不可逆过程达到终平衡态 2，过程中从温度为 600K 的热源吸热 100kJ ，气体热力学能增加 30kJ ，然后经可逆过程返回初态。若气体仅与 600K 的热源发生热交换，且在两过程中热源的总熵变为 0.026kJ/K ，环境温度为 17°C 。取气缸内气体为热力系，试求：

- 1) 热力系在不可逆过程中所作的功量；
- 2) 热力系在可逆过程中的传热量和功量；
- 3) 热力系作功能力的变化值；
- 4) 若取气缸-活塞系统与热源为孤立系，求此孤立系做功能力的损失。

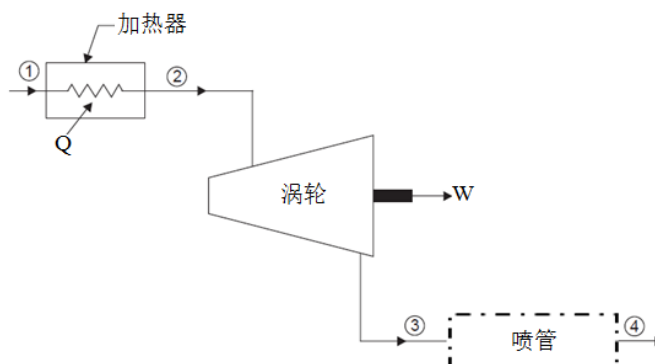
六、（15 分）某透平机在稳定工作状态下，进口气体压力 $p_1 = 3.0\text{bar}$ ，温度 $T_1 = 390\text{K}$ ，经过绝热膨胀过程，气体压力降至 $p_2 = 1.0\text{bar}$ 。每 1kg 气体流过透平向外输出 74kJ 的功，忽略透平进出口的动位能变化。工质视为理想气体，定比热容， $c_p = 1.005\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ ， $c_v = 0.718\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ ，环境温度为 $T_0 = 273\text{K}$ 。试计算：

- 1) 进出口单位质量空气的熵变；
- 2) 空气的做功能力损失；
- 3) 透平机的绝热效率。

七、（20 分）如图，温度为 20°C 的空气以 40m/s 的速度通过一个加热器，温度升至 820°C 。紧接着以同样的速度 40m/s 进入涡轮（透平）膨胀降温至 620°C 。空气离开透平并以 55m/s 的速度进入喷管，在喷管内膨胀降温至 510°C 。如果空气的流量为 2.5kg/s ，喷管入口截面积为 20cm^2 ，空气视为理想气

体, $c_p = 1.005 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$, 试求:

- (1) 加热器内空气吸收的热量;
- (2) 假如不考虑热损失, 涡轮输出的功;
- (3) 假设喷管为等熵喷管, 判断喷管的形状, 并计算喷嘴出口速度。



八、(20 分) 一带有回热的燃气轮机理想循环, 循环采用一级压缩和两级膨胀, 两级涡轮的膨胀比相等。高压涡轮排出的气体全部进入回热器, 然后再进入低压涡轮膨胀至压缩机进口的压力。假设循环工质为理想气体, 定比热, 且回热度为 1。试求:

- 1) 绘制该理想循环的 T-S 图, 并在相同压比和最高循环温度条件下, 通过 T-S 图分析该循环与标准回热燃气轮机理想循环 (单级压缩、单级膨胀) 的循环热效率和输出净功大小;
- 2) 将该理想循环的热效率表示为压比 π 和循环温比 τ (高压涡轮进口与压气机进口温度比) 的函数。