

南京航空航天大学

2013 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 (45 分)

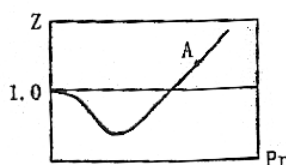
1、(6 分) 下列热力过程是否可逆, 并简单说明判断依据。

1) 对刚性容器内的水搅拌做功;

2) 对刚性容器内的空气缓慢进行加热, 使温度从 300K 升高到 370K。

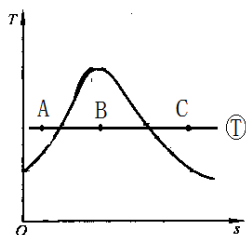
2、(4 分) 有人说闭口绝热系统的质量和温度都不会发生变化。请简要分析该说法是否正确。

3、(5 分) 如图所示通用压缩因子图上一状态点 A, 其位置表明: 在该状态下气体分子之间的相互作用力主要表现为吸引力。该说法是否正确, 简要说明理由。



4、(6 分) 某热力系统由初始状态 A 分别经可逆与不可逆等温吸热过程到达状态 B, 若两过程中热源温度均为 T_r 。试证明系统在可逆过程中吸收的热量多, 对外做出的膨胀功也大。

5、(6 分) A、B、C 是水蒸气等温线上的三个状态点, A 处于液态区, B 处于两相区, C 处于气态区, 试借助水蒸气状态参数图对比三点压力大小。

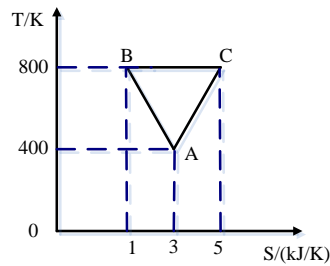


6、(6 分) 工质经过一个不可逆循环后, 工质的熵将如何变化? 工质和高、低热源交换的总热量是否大于循环总输出的功? 请分析并简要说明原因。

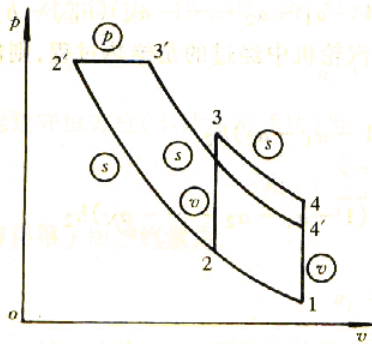
7、(6 分) 冬季一个封闭的房间内采用电加热器取暖, 请简要分析房间内空气的相对湿度和含湿量的变化趋势。

8、(6 分) 压缩比升高对汽油机所对应的定容加热理想循环的热效率有何影响? 是否压缩比越高越好?

二、(15分) 某工程师设计了如图1所示的可逆正向循环A-B-C-A，请在p-v图上表示出该循环，并根据图中参数计算循环热效率。假设理想气体的比热为定值。



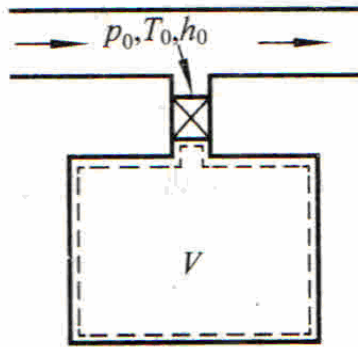
三、(10分) 下图中内燃机定容加热循环1-2-3-4-1与定压加热循环1-2'-3'-4'-1，其工质均为同种理想气体，在 $T_3=T_3'$ 条件下，画出相应T-s图，试分析哪个热效率高？简要说明理由。



四、(10分) 压缩空气的压力为 1.2 MPa，温度为 380 K。由于输送管道的阻力和散热，流至节流阀门前压力降为 1 MPa、温度降为 300 K。经绝热节流后压力进一步降到 0.7 MPa。试求每千克压缩空气由输送管道散到大气中的热量，以及空气流出节流阀时的温度和节流过程的熵增（假设空气为理想气体， $k=1.4$ ，定压比热容为定值 $1.005\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ）。

五、(15分) 分析刚性容器绝热充气问题（如下图），管道内空气参数为 p_0, T_0 ，充气前容器内空气参数为 p_1, T_1 ，充气结束后容器内空气参数为 p_2, T_2 。假设空气为理想气体，比热均视为定值比热，比热比为 $k=c_p/c_v$ ，试证明充气前后空气状态参数有如下关系：

$$T_2 = T_1 \frac{k}{\frac{T_1}{T_0} + (k - \frac{T_1}{T_0}) \frac{p_1}{p_2}}$$



六、(15分) 某实验室拥有一台活塞压气机，可以通过 $n=1.3$ 的多变过程将环境空气压缩到 0.7Mpa 。分析利用该压缩空气，采用何种喷管才能够实现出口马赫数达到 1.5 ，同时流量达到 0.5kg/s 。请计算出该喷管最小截面处的温度和喷管出口截面积，并分析压气机需要消耗的功。假设环境空气的压力为 0.1Mpa ，温度为 300K ，忽略喷管进口速度。空气视为理想气体， $k=1.4$ ，定压比热容为定值 $1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

七、(12分) 某人设计了一种装置可以将 0.6Mpa ， 300K 的高压空气分为冷、热两股气体。其中冷气的温度为 240K ，热气的温度为 315K ，压力均为 0.1Mpa ，冷、热空气的质量流量比例为 $1:3$ 。试分析该设计是否可行？假设空气为理想气体， $k=1.4$ ，定压比热容为定值 $1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，环境温度为 300K 。

八、(13分) 空气流入一稳定运行时输出功率为 3600kW 的涡轮，流量为 18kg/s ，入口状态为 800°C 、 3bar ，速度为 100m/s 。空气在涡轮内不可逆绝热膨胀并以 150m/s 的速度排出，然后进入一个扩压管等熵减速至 10m/s 、 0.1Mpa 。试求：1) 涡轮出口处的压力和温度；2) 空气在涡轮内的熵变；3) 在 $T-s$ 图上表示出整个过程。假设空气为理想气体， $k=1.4$ ，定压比热容为定值 $1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

九、(15分) 某燃气轮机采用两级压气机和两级涡轮设计方案，两级压气机均由第一级涡轮膨胀输出的功来推动。燃烧室出口温度为 1600K ，压力为 5Mpa 。试求该发动机的理想循环热效率是多少？如果考虑长时间使用所导致的磨损，压气机的实际效率仅为理想效率的 90% 。请求出此实际循环输出的净功是多少？假设压缩过程的中间压力为最佳级间压力，环境空气为 0.1Mpa 、 300K ，空气视为理想气体， $k=1.4$ ，定压比热容为定值 $1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$