

航天科研机构 2016 年研究生入学考试

工程热力学试题 (A)

(本试题的答案必须全部写在答题纸上, 写在试题及草稿纸上无效)

一、解释下列名词 (共 30 分, 每题 5 分)

1. 准平衡过程
2. 热力学第一定律
3. 技术功
4. 卡诺定理
5. 孤立系统熵增原理
6. 绝热过程

二、判断下列说法是否正确, 正确画 $\sqrt{}$, 错误画 \times (每题 3 分, 共 30 分)

1. 稳定状态一定是平衡状态。()
2. 工质在喷管内流动会以自身的焓增使宏观动能增加, 以获得较高的出口速度。()
3. 开口系统的熵增可大于、小于或者等于零。()
4. 提高定容加热内燃机循环热效率的主要途径是提高压缩比, 但是受限制。()
5. 绝热节流前后焓值相等, 故其是一个定焓过程。()
6. 在相同的初压和背压下, 提高蒸汽初温可使朗肯循环的热效率提高。()
7. 理想气体混合物中各组分的分压力等于总压力与其摩尔分数的乘积。()
8. 理想气体在 T-s 图上任意两条定压线之间的水平距离相等。()
9. 在绝能流动中, 沿流动方向任意界面的上的焓和动能之和是保持不变的。()
10. 拉伐尔喷管型面是先扩张后收敛。()

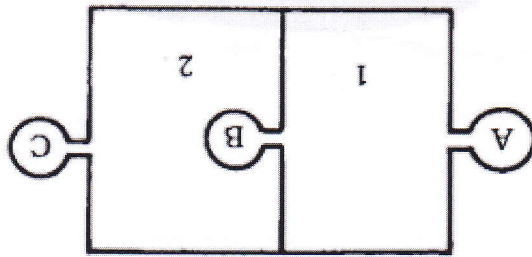
三、填空 (每空 3 分, 共 48 分)





1. 某物体摄氏温度为 $167\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 则其热力学温度为 K 。若实测该物体摄氏温度和摄氏温度读数一样, 则该物体温度为 K 。
2. 某容器被刚性壁分为两部分 (图 1), 环境压力为 0.1MPa , 压力表 B 读数为 0.04MPa , 真空计 C 读数为 0.03MPa , 则容器两部分的绝对压力为: $P_1 =$ MPa , $P_2 =$ MPa 。
3. 热力学第一定律第一解析式 $\delta q = du + p\delta v$ 的使用条件是 _____ 。
4. 有一多变过程 $p v^n = \text{定值}$, $n=1$ 时为 _____ 过程, $n=k$ (比热比) 时为 _____ 过程, $n=\pm\infty$ 时为 _____ 过程。
5. 常温常压下空气的 $c_p = 1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 所以从 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 空气的焓变化为 $\text{_____J}/\text{kg}$ 。
6. 气流中任一指定点的速度和 _____ 之比称为该点气流的马赫数。某飞机在 12000km 高度以 1200km/h 飞行, 则其飞行马赫数为 _____ 1。(填大于、小于、等于)
7. 在孤立体系中, ΔS 的值不可能 _____ 。(填减小、增大, 不变)
8. 某一循环装置在热源 $T_1=2000\text{K}$ 和冷源 $T_2=300\text{K}$ 下工作, 则在 T_1 和 T_2 温度下的卡诺循环效率为 _____ 。若该循环装置做功 1200kJ , 向 T_2 冷源放热 800kJ , 则其该装置热效率 _____ 。
9. 渐缩喷管工作在初压 P_1 和极低背压 P_b 之间, 初速忽略不计, 若喷管出口部分切去一小段 (具体见图 2 所示), 则工质的出口流速 _____ , 出口流量 _____ 。(填变大、变小或不变)

图 1 (第三大题第 2 小题附图)



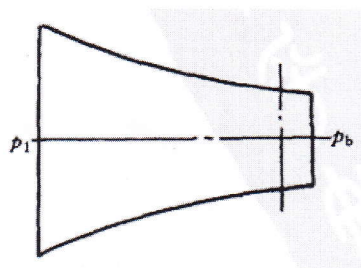


图 2 (第三大题第 9 小题附图)

10. 描述实际气体的范德瓦耳方程为: $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ 。

四、(14 分) 对于某理想气体, 回答以下问题:

(1) 如图 3 所示, 过程 1-2 是一个多变过程, 给出其体积功 W 和技术功 W_t 的计算公式 (3 分)。若图 3 中 A_1 、 A_2 、 A_3 分别是对应的三块阴影区域的面积, 给出过程 1-2 的体积功 W 和技术功 W_t 的大小 (3 分)。

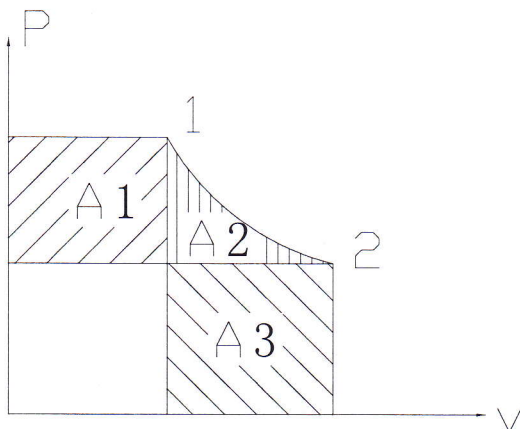


图 3 (第四大题附图)

(2) 当该理想气体满足定比热容多变过程时, 导出其熵差计算公式:

$$S_2 - S_1 = \frac{n-k}{n(k-1)} R_g \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \quad (8 \text{ 分})$$

五、(12 分) 某热机循环工作于热源 $T_1 = 500^\circ\text{C}$ 及冷源 $T_2 = 20^\circ\text{C}$ 之间, 它进行的是一个 $a-b-c-d-a$ 不可逆循环, 如图 4 所示。 $a-b$ 为可逆等温吸热, $b-c$ 为不可逆绝热膨胀, 工质熵增加 $0.1 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $c-d$ 为可逆等温放热过程, $d-a$ 为定熵压缩过程。循环工质为 1 kg 空气, 热源放热量 $q_1 = 1000 \text{ kJ/kg}$ 。求循环净功及孤立系统做功能力损失。



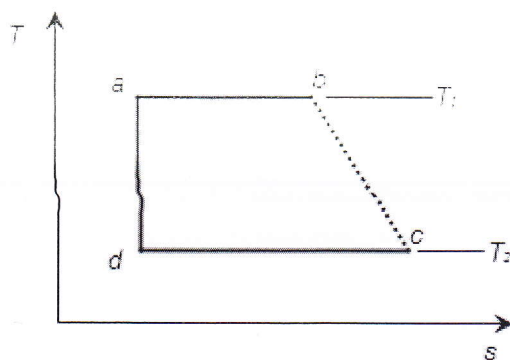


图 4 (第五大题附图)

六、(16分) 已知某气体遵守状态方程 $v = \frac{R_g T}{p} - \frac{c}{T^3}$ (c 为常数), 试证:

(1) $\left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right)_T = \frac{12c}{T^4}$ 。(5分)

(2) 等温过程中焓变化为: $h_2 - h_1 = -\frac{4c}{T^3}(p_2 - p_1)$ 。(6分)

(3) 利用焦汤系数 $\mu_j = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_h$, 证明: $\mu_j = \frac{1}{c_p} \frac{4c}{T^3}$ 。(5分)

