

# 北京科技大学

## 2008 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 871 试题名称: 工程热力学 (共 2 页)

适用专业: 动力工程与工程热物理

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

### 一、解释下述概念 (每题 3 分, 共 30 分) (单考、统考)

1. 理想气体
2. 热力学能
3. 可逆过程
4. 三相点
5. 容积效率
6. 火用
7. 孤立系统
8. 第二类永动机
9. 热泵
10. 燃料的热值 (燃烧值)

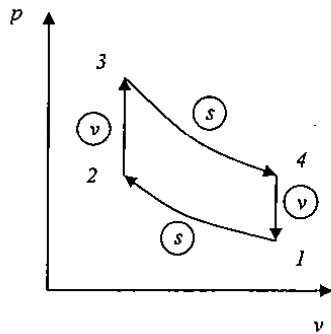
### 二、回答问题 (共 40 分) (单考、统考)

1. 准平衡过程与可逆过程有何共同处?有何区别?有何联系? (6 分)
2. 试述膨胀功、技术功和流动功的意义及关系, 并将可逆过程的膨胀功和技术功表示在  $p-v$  图上。(6 分)
3. 干饱和蒸汽与湿饱和蒸汽的状态参数各有何特点? (6 分)
4. 简述多级压缩中间冷却的作用, 对叶轮式压气机是否有意义? (6 分)
5. 对简单燃气轮机装置循环 (布雷顿循环), 影响理论循环和实际循环热效率的因素有哪些不同? (8 分)
6. “由于理想气体的焓、热力学能都仅为温度的单值函数, 因此, 如果在给定的两温度  $T_1$ 、 $T_2$  间发生状态变化时, 对任何理想气体的  $h$ 、 $u$  的变化值都相同”。这种推断正确吗? (8 分)

### 三、计算与证明题 (共 80 分)

1. 设炉膛中火焰的温度恒为  $t_f=1500^\circ\text{C}$ , 汽锅内蒸汽的温度恒为  $t_s=500^\circ\text{C}$ , 环境温度为  $t_0=25^\circ\text{C}$ , 求火焰每传出 1000kJ 热量引起的熵产和作功能力损失。(10 分) (单考、统考)
2. 一个与单一恒温热源  $T_h$  交换热量的系统, 在外界对其做功的条件下, 由状态 1 变化到状态 2。试证明: 可逆过程的耗功小于不可逆过程的耗功。(10 分) (单考、统考)
3. 某种理想气体完成了一个由下述过程构成的可逆循环, (1) 从状态 1 (压力为  $p_1$ 、温度为  $T_1$ ) 经等温膨胀到压力为  $\alpha p_1$  的状态 2; (2) 等压压缩到温度为  $\beta T_1$  的状态 3; (3) 经过一个等熵过程会回到系统的初始状态。(a) 分别在  $p-v$  图及  $T-s$  图上画出这个循环; (b) 证明循环效率为  $\eta=1-k(\beta-1)/[(k-1)\ln\alpha]$ , 其中  $k$  为等熵指数。(15 分) (单考、统考)
4. 恒温热源  $T_1$  和  $T_2$  之间有两个可逆卡诺机串联工作。即卡诺机 A 自  $T_1$  吸热, 向中间热源  $T_m$  放热, 卡诺机 B 自中间热源  $T_m$  吸热, 向  $T_2$  放热。试证明这种串联工作的热机的总效率与工作于同一  $T_1$  和  $T_2$  间单个卡诺循环的热效率相同。(10 分) (统考)

5. 活塞式压气机每秒钟从大气环境中吸入  $p_1=0.1\text{MPa}$ 、 $t_1=17^\circ\text{C}$  的空气  $0.1\text{m}^3$ ，绝热压缩到  $p_2=0.4\text{MPa}$  后送入储气罐。若该压气机的绝热效率  $\eta_{c,s}=0.9$ ，空气的  $R_g=0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ； $c_p=1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ； $\gamma=c_p/c_v=1.4$ ；试求：  
 (1) 压气机出口的空气温度；  
 (2) 拖动压气机所需的功率；  
 (3) 因摩擦引起的每秒钟的熵产。（15分）（统考）
6. 内燃机定容加热理想循环如图所示，若已知压缩初温  $T_1$  和循环的最高温度  $T_3$ ，(a) 在  $T-s$  图上表示该循环；(b) 求循环净功量达到最大时的  $T_2$ ， $T_4$  及这时的热效率是多少？（20分）（统考）



7.  $3\text{kmol}$  温度  $t_1=100^\circ\text{C}$  的氮气流与  $1\text{kmol}$  温度  $t_2=20^\circ\text{C}$  的空气流在管道中绝热混合。已知混合前空气的摩尔分数为： $x_{\text{N}_2}=0.79$ 、 $x_{\text{O}_2}=0.21$ ，若混合前后氮气、空气和混合物的压力都相等，试求：  
 (1) 混合后气体的温度；  
 (2) 混合气体中  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  的摩尔分数；  
 (3) 对应于  $1\text{kmol}$  的混合气产物，混合过程的熵增。  
 设摩尔热容为定值： $C_{p,m,\text{N}_2}=29.08\text{kJ}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$ 、 $C_{p,m,\text{O}_2}=29.34\text{kJ}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$ 、 $R=8.314\text{kJ}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$ （20分）（单考）
8. 画出朗肯循环和蒸汽压缩制冷循环的  $T-s$  图，用各点的状态参数写出：(1) 朗肯循环吸热量、放热量、汽轮机所作的功及循环热效率；(2) 制冷循环的制冷量、压缩机耗功及制冷系数。（25分）（单考）