

# 中国科学院研究生院

## 2007 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

### 科目名称：热工基础

#### 考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均一律无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

---

### 工程热力学

#### 1、简答题（每小题 5 分，共 30 分）

- (1) 热力学第一定律和第二定律的实质区别是什么？写出各自的数学表达式。
- (2) 若封闭系统经历一过程，熵增为  $25\text{kJ/K}$ ，从  $300\text{K}$  的恒温热源吸热  $8000\text{kJ}$ ，此过程可逆？不可逆？还是不可能？为什么？
- (3) 试问为何在封闭室内敞开冰箱大门不能降温，而安装空调却能降温？
- (4) 实际气体在哪些情况下可以当作理想气体处理，为什么？
- (5) 湿空气的湿球温度、干球温度、露点温度是如何定义的？请给出这三个温度的大小关系。
- (6) 简述活塞式压气机与叶轮式压气机（离心式或轴流式）在工作原理上的区别。

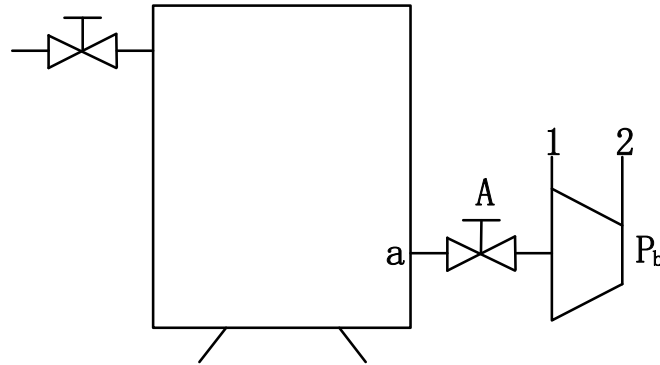
2、(15 分) 容积为 200 升的绝热容器，内有压力为  $0.6\text{MPa}$ 、温度  $35^\circ\text{C}$  的氮气。容器上装有压力控制阀，当压力高于  $0.8\text{MPa}$  时自动打开放气以维持容器压力不超过  $0.8\text{MPa}$ 。当容器内的氮气被加热到温度为  $350^\circ\text{C}$  时，共加入了多少热量？（氮气视作理想气体，比热容为定值）

3、(15 分) 某燃气轮机装置的定压加热循环，压气机入口空气参数为  $80\text{kPa}$ 、 $17^\circ\text{C}$ 。循环增压比  $\pi=7$ ，升温比  $\tau=4$ ，压气机的绝热效率  $\eta_{c,s}=0.9$ ，燃气轮机相对内效率  $\eta_T=0.92$ 。燃气可视为理想气体， $\kappa=1.386$ ， $c_p=1.03\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ， $R=0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，环境温度为  $290\text{K}$

(设燃气轮机装置定压加热理想循环为 1-2-3-4-1，由于空气在压气机及燃气轮机中经历不可逆过程，令其实际循环为 1-2'-3-4'-1)，

- (1) 求循环热效率  $\eta_t$ 、循环吸热量  $q_1$  和放热量  $q_2$ ；
- (2) 求装置每一循环的可用能损失。

4、(15 分) 如图所示, 一渐缩喷管经一可调阀门与空气罐连接。气罐中参数恒定为  $p_a = 500\text{kPa}$ ,  $t_a = 43^\circ\text{C}$ , 喷管外大气压力  $p_b = 100\text{kPa}$ , 温度  $t_0 = 27^\circ\text{C}$ , 喷管出口截面积为  $68\text{cm}^2$ 。设空气的气体常数  $R_g = 287\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , 等熵指数  $\kappa = 1.4$ 。试求:



- (1) 阀门 A 完全开启时 (假设无阻力), 求流过喷管的空气流量  $q_m$  是多少?
- (2) 关小阀门 A, 使空气经阀门后压力降为  $150\text{kPa}$ , 求流经喷管的空气流量  $q_m'$ , 以及因节流引起的作功能力损失为多少? 并将此流动过程及损失表示在  $T-s$  图上。

## 传热学

5、简要回答下列问题 (每小题 5 分, 共 30 分)

- (1) 写出努赛尔数  $Nu$  的表达式, 说明公式中符号和说出努赛尔数的物理意义。
- (2) 在某厂生产的测温元件说明书上, 标明该元件的时间常数为  $1\text{s}$ 。从传热学角度, 你认为此值可信吗?
- (3) 一般情况下黏度大的流体其  $Pr$  数也较大。由对流换热的实验关联式  $Nu = CRe^m Pr^n$  可知 ( $m > 0, n > 0$ ),  $Pr$  数越大,  $Nu$  数也越大, 从而换热系数  $h$  也越大, 即黏度越大的流体其表面传热系数也越高。这与经验得出的结论相反, 为什么?
- (4) 请说出在一定温度下强化两表面间的辐射换热的措施。
- (5) 把肋片的散热归入一维稳态导热问题的前提条件是什么? 肋片效率是如何定义的?
- (6) 室内温度同为  $20^\circ\text{C}$ , 夏季人在室内可穿单衣、而冬季人在室内要穿毛衣。从传热学角度来分析原因。

6、(15 分) 一炉墙厚度为  $2\text{cm}$ , 炉墙材料的导热系数为  $1.3\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 为了保证每平方米热损失少于  $1830\text{W}$ , 需要在炉墙外敷设热绝缘材料, 绝热材料的导热系数为  $0.35\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 炉墙内表面温度为  $1300^\circ\text{C}$ , 热绝缘层外表面温度为  $30^\circ\text{C}$ , 求所需要热绝缘层的厚度。

7、(15分) 一个辐射率为 0.9 的水银温度计吊在屋子里，它所指示的温度为  $20^{\circ}\text{C}$ ，房屋的墙壁隔热不好，其壁温为  $5^{\circ}\text{C}$ 。该温度计与屋内环境的对流换热系数  $h$  值为  $8.3\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，请计算室内空气的真实温度。（玻尔兹曼常数  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ）

8、(15分) 将流量为  $7.5\text{kg/s}$  的水从  $85^{\circ}\text{C}$  加热到  $99^{\circ}\text{C}$ ，设计一壳管式换热器利用水蒸气来加热。换热器为单壳程，双管程，壳侧为水蒸气，管侧为水，每个管程含有 30 根外径是  $25\text{mm}$ ，壁厚是  $2\text{mm}$  的铜管。水蒸气的进口温度为  $138^{\circ}\text{C}$ ，出口温度假设仍为  $138^{\circ}\text{C}$ 。换热器管内水的对流换热系数为  $3660 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，壳侧水蒸气的凝结换热系数为  $10000 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。水的比热是  $4175\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

- (1) 计算换热器总传热系数(忽略管壁热阻和污垢热阻不计)；
- (2) 计算换热器所需要的管长；
- (3) 当使用一段时间后，由于结垢，总传热系数有所下降，污垢热阻为  $0.00009\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  请计算此条件下总传热系数。