

# 中国科学院大学

## 2013 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

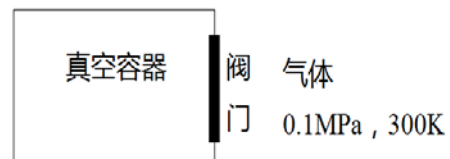
一、名词解释（每小题 4 分，共 16 分）

- 1、可逆过程；2、不可用能；3、孤立系统熵增原理；4、热力循环。

二、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

- 1、平衡状态与稳定状态有何共同点和不同点？
- 2、闭口系统从温度为 300K 的热源中取热 500kJ，系统熵增加 2.0kJ/K，问这一过程能否实现，为什么？
- 3、写出热力学第一定律和第二定律的数学表达式，并说明其物理意义。
- 4、循环热效率公式  $\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$  和  $\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$  分别在什么情况下适用？

三、(9 分) 如图所示，一个带有阀门的绝热真空容器置于压强为  $p_0 = 0.1\text{MPa}$ 、温度为  $T_0 = 300\text{K}$  的气体中。打开阀门后，气体迅速进入容器中，当进入容器中的气体压力达到  $p = p_0 = 0.1\text{MPa}$  时，立即关闭阀门，这个



过程可视为绝热过程。已知进入容器内的气体在容器外时体积为  $V_0 = 1\text{m}^3$ ，该气体是摩尔定容比热为常数的理想气体，绝热指数为  $\gamma = 1.4$ 。试计算：

- (1) 进入容器内气体的内能与它在容器外时的内能之差  $\Delta U$ ；
- (2) 进入容器后气体的温度  $T$ ；
- (3) 容器的体积  $V$ 。

四、(10分) 空气进入渐缩喷管时的初速为 200m/s, 初压为 1MPa, 初温为 500°C, 求喷管达到最大流量时出口截面的流速、压力和温度。已知空气的  $\gamma=1.4$ ,  $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $c_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

五、(20分) 某 R134a 为工质的朗肯循环利用当地海水为热源, 已知 R134a 的流量为 1000kg/s, 当地表层海水的温度为 25°C, 深层海水的温度为 5°C。若在加热和冷却过程中近似认为海水和工质的温差都为 5°C, 且工质不过热, 试计算循环的功率和热效率。已知 R134a 的有关参数如下表:

$t$ (°C)	$p$ (MPa)	$h'$ (kJ/kg)	$h''$ (kJ/kg)	$s'$ (kJ/(kg·K))	$s''$ (kJ/(kg·K))	$v'$ (m <sup>3</sup> /kg)
10	0.4149	213.5	404.3	1.048	1.722	0.0008
20	0.5721		409.8		1.718	

### 传热学

一、简答题 (每小题 5 分, 共 25 分)

- 1、写出贝克莱数 (Pe)、普朗特数 (Pr)、雷诺数 (Re) 的定义式、物理意义以及三者之间的关系。
- 2、速度边界层和热边界层分别是什么? 相应的边界层厚度如何定义?
- 3、什么是接触热阻? 减小固体壁面之间的接触热阻有哪些方法?
- 4、什么是物体的发射率和吸收率? 二者在什么条件下相等?
- 5、在寒冷的北方地区, 建房采用实心砖还是多孔的空心砖好? 为什么?

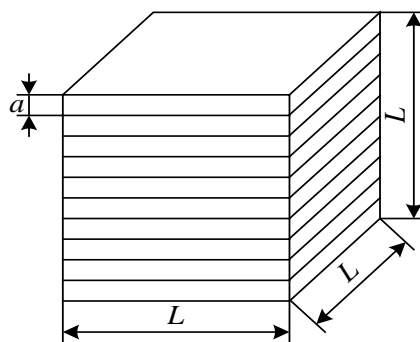
二、(10分) 一根足够长的圆柱形套管, 导热系数为  $\lambda$ , 内径为  $r_1$ , 外径为  $r_2$ , 单位体积的内热源为  $\dot{\Phi}$ , 套管内壁与温度为  $t_0$  的流体进行换热, 换热系数为  $h$ , 外壁面绝热。在稳态条件下推导出:

- (1) 套管中温度分布表达式;
- (2)  $r = r_1$  处热流密度;
- (3)  $r = r_2$  处温度。

三、(12分) 水流过 10m 长的管道, 入口温度为 20°C, 出口温度为 40°C, 管内径  $d=20\text{mm}$ , 水在管内流速为 2m/s, 求对流换热系数和管壁平均温度。

已知: 30°C 水的物性为  $\lambda = 0.618\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,  $\nu = 0.805 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ ,  $\text{Pr} = 5.42$ ,  $\rho = 995.7\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $c_p = 4.17\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。管内流强制对流换热关联式为  $\text{Nu} = 0.023\text{Re}^{0.8}\text{Pr}^{0.4}$ 。

四、(13分) 如图所示, 用一个板式紧凑式换热器来冷却一个燃气轮机的润滑油。板式换热器由多层薄金属板组成, 共有 60 个宽度为  $a$  的流道。润滑油和水的流动被分为 30 股独立的支流, 两者在交替流道中逆向流动。换热器外部整体为边长为  $L$  的立方体, 忽略板厚度以及换热器对环境的热损失。冷却水总流量为  $0.2\text{kg/s}$ , 润滑油总流量为



$0.1\text{kg/s}$ 。冷却水和润滑油入口的温度分别为  $20^\circ\text{C}$  和  $150^\circ\text{C}$ 。欲使润滑油出口温度达到  $30^\circ\text{C}$ 。试计算换热器的边长  $L$ 。

已知: 水物性:  $c_p = 4.178\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $\mu = 7.25 \times 10^{-4}\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ,  $k = 0.625\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,  $\rho = 944\text{kg}/\text{m}^3$ ; 润滑油物性:  $c_p = 2.131\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $\mu = 3.25 \times 10^{-2}\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ,  $k = 0.138\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,  $\rho = 852.1\text{kg}/\text{m}^3$ ; 假设流动为层流, 且  $\text{Nu}_D = 7.54$ 。

五、(15分) 一根很长的钢管, 外径  $d=100\text{mm}$ , 外壁温度为  $80^\circ\text{C}$ , 表面发射率为  $0.85$ , 置于一横截面为  $1\text{m} \times 1\text{m}$  的砖砌暗槽内, 暗槽内壁温度为  $20^\circ\text{C}$ , 表面发射率为  $0.9$ 。求:

- (1) 单位长度钢管表面的辐射换热量;
- (2) 若将该钢管置于大空间中, 空间环境的温度、发射率与暗槽内表面相同, 则单位长度钢管表面的辐射换热量是多少?