

# 南京理工大学

## 2007 年硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 传热学 (满分 150 分)

考生注意: 所有答案 (包括填空题) 按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

### 一、问答题 (每题 6 分, 共 36 分)

1. 采用集总参数法时, 为什么要求毕渥数足够小?
2. 画出管内层流强制对流换热的局部表面传热系数的变化规律, 并作出解释。
3. 有一个由三个表面组成的热辐射换热系统, 另一个面绝热, 该绝热面的温度会不会高于其它两个面的温度? 为什么?
4. 冬天, 房顶上结霜与不结霜的房屋哪个保暖性能好? 为什么?
5. 两滴相同的水滴在大气压下分别滴在表面温度为  $115^{\circ}\text{C}$  和  $400^{\circ}\text{C}$  的铁板上, 试问哪块铁板上水滴先被烧干? 为什么?
6. 在波长  $\lambda < 2\mu\text{m}$  的短波范围内, 木板的光谱吸收比小于铝板, 而在  $\lambda > 2\mu\text{m}$  的长波范围内则相反。将木板和铝板长时间放在相同的太阳光下, 哪个温度高? 为什么?

二、温度为  $t_{\infty}=25^{\circ}\text{C}$  的空气以  $u_{\infty}=5\text{m/s}$  的速度流过尺寸为  $0.1\text{m}\times 0.1\text{m}$  的等温平板的上表面, 平板的下表面绝热, 为确保平板上表面任意位置的散热热流密度不小于  $700\text{W/m}^2$ , 试求平板表面的最低温度。空气的物性参数为: 运动粘度  $\nu=17.95\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ , 导热系数  $\lambda=2.83\times 10^{-2}\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 普朗特数  $\text{Pr}=0.698$ 。临界雷诺数  $\text{Re}_c=5\times 10^5$ 。(20 分)

三、圆柱形饮料瓶的高为  $150\text{mm}$ , 直径为  $60\text{mm}$ , 初始温度为  $27^{\circ}\text{C}$ , 将其放在冷藏室内冷却, 冷藏室内温度为  $4^{\circ}\text{C}$ 。为了提高冷却速率, 计算说明饮料瓶应水平还是垂直放在冷藏室内。忽略饮料瓶两端的传热。空气的物性参数为: 运动粘度  $\nu=14.87\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ , 导热系数  $\lambda=2.54\times 10^{-2}\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 普朗特数  $\text{Pr}=0.71$ 。(20 分)

准则方程:  $Nu = C(Gr \text{Pr})^n$

竖圆柱:  $C = 0.59, n = 0.25, 10^4 < Gr < 3\times 10^9$ ;

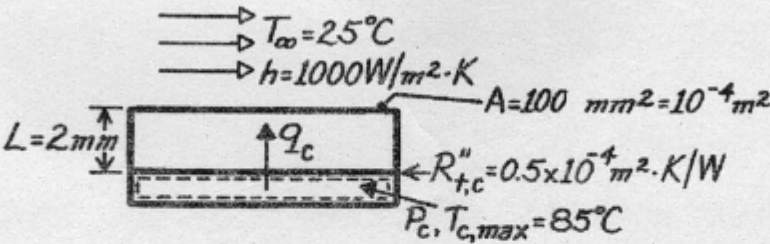
$C = 0.0292, n = 0.39, 3\times 10^9 < Gr < 2\times 10^{10}$ ;  $C = 0.11, n = 1/3, Gr > 2\times 10^{10}$ ;

横圆柱:  $C = 0.48, n = 0.25, 10^4 < Gr < 5.76\times 10^8$ ;

$C = 0.045, n = 0.37, 5.76\times 10^8 < Gr < 4.65\times 10^9$ ;  $C = 0.10, n = 1/3, Gr > 4.65\times 10^9$

四、硅片在下列条件下封装, 如图: 在稳态条件下, 硅片所散出的全部热量通过对流换热系数 (表面传热系数) 为  $1000\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ , 温度为  $25^{\circ}\text{C}$  的流体带走, 其它表面为绝热面, 硅片与流体被一厚为  $0.2\text{mm}$  的铝片隔开, 硅片与铝片之间的

接触热阻为  $0.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。如果硅片的表面积为  $100 \text{ mm}^2$ ，并且其最高允许温度为  $85^\circ\text{C}$ ，硅片所允许的最大散热功率是多少？（铝的导热系数为  $238 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ）（20 分）

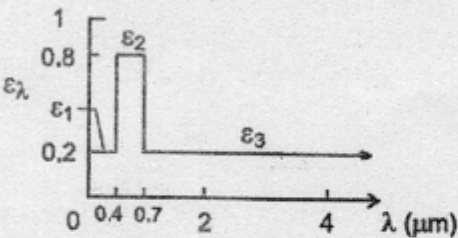


五、一钢球的直径为  $300 \text{ mm}$ ，其外表面涂以  $2 \text{ mm}$  厚的导热系数为  $0.04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  涂层，在初始时刻，带有涂层的钢球具有均匀的温度为  $500^\circ\text{C}$ ，突然将其放入到温度为  $100^\circ\text{C}$  的流体中，其与流体间的对流换热系数（表面传热系数）为  $3300 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，求钢球的温度降到  $140^\circ\text{C}$  时所需的时间。  
 钢球的密度为： $7832 \text{ kg/m}^3$ ，比热为  $559 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ，导热系数为  $48.8 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 。  
 提示：涂层的热容量可忽略不计，但其传热热阻需考虑。（20 分）

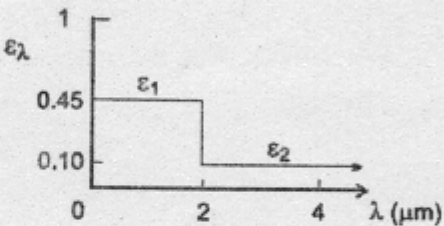
六、以直径为  $10 \text{ mm}$  的长圆柱形导体，同心的放入一直径为  $50 \text{ mm}$  的长冷却管中，冷却管内壁面为漫射灰体，其发射率为  $0.9$ ，温度为  $27^\circ\text{C}$ 。长圆柱形导体表面也为漫射灰体，其发射率为  $0.6$ ，并且在每米长度上的发热量为  $6.0 \text{ W}$ ，假设两表面间为真空，求长圆柱形导体表面温度。（17 分）

七、氧化锆陶瓷以及钨的单色（光谱）发射率如图所示，并被考虑作为灯泡的灯丝。

- （1）如果氧化锆灯丝的工作温度为  $3000 \text{ K}$ ，其发射率是多少？
- （2）如果钨丝的工作温度为  $3000 \text{ K}$ ，其发射率是多少？
- （3）氧化锆灯丝与钨丝工作温度都为  $3000 \text{ K}$ ，哪个灯丝消耗的功率大？
- （4）对于可见光的输出，哪一种灯丝的效率 high？（可见光范围  $0.4\text{--}0.7 \mu\text{m}$ ）



氧化锆陶瓷的单色（光谱）发射率



钨的单色（光谱）发射率

已知：

$$\lambda T = 0.4 \mu\text{m} \times 3000 = 1200 \mu\text{m} \cdot \text{K} : F_{(0 \rightarrow 0.4 \mu\text{m})} = 0.0021$$

$$\lambda T = 0.7 \mu\text{m} \times 3000 \text{ K} = 2100 \mu\text{m} \cdot \text{K} : F_{(0 \rightarrow 0.7 \mu\text{m})} = 0.0838$$

$$\lambda T = 6000 \mu\text{m} \cdot \text{K}, F_{(0 \rightarrow 2 \mu\text{m})} = 0.738$$

$F$  为黑体辐射函数。（17 分）