

南京理工大学

2010 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号:2010008030

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

1. 两根直径不同的热水管道, 外表面敷设相同材料、相同厚度的保温层, 保温层内外表面温度相同, 两根热水管道单位长度的热损失是否相同? 为什么? (6 分)

2. 说明角系数 $X_{1,2}$ 的含义。板 1 由 $1a$ 和 $1b$ 两块组成, $1a$ 和 $1b$ 板的面积各为 1m^2 。

已知板 1 与板 2 关系: $X_{1a,2} = 0.1$, $X_{(1a+1b),2} = 0.3$, 求 $X_{1b,2}$ 。(8 分)

3. 在室外气温高于 0°C 初冬季节, 为什么清晨屋顶外表面经常结霜? 对于结霜与不结霜屋面, 哪个屋面的保温效果好? 为什么? (6 分)

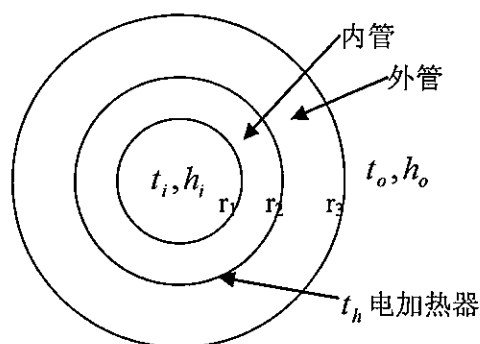
4. 试解释何谓管内强制对流换热的入口效应? 在工程上如何利用入口效应增强换热? (6 分)

5. 用热电偶测量炉膛烟气温度时, 为什么在热电偶外加遮热罩可以提高测量准确度? (6 分)

6. 无内热源、常物性二维导热物体在某一瞬间的温度分布为 $t = 2y^2 \cos x$ 。说明该导热物体在 $x = 0$, $y = 2$ 处的温度随时间增加将升高还是降低, 为什么? (8 分)

二、一报警系统利用导线熔断报警, 其导线的熔点为 500°C , 导热系数为 $210\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 密度为 $7200\text{kg}/\text{m}^3$, 比热 $420\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 导线的初始温度为 25°C 。当它突然受到 650°C 的烟气加热后, 为在 1min 内发出报警讯号, 导线直径应限在多大以下。导线与烟气的对流换热系数 (表面传热系数) 为 $12\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。(20 分)

三、如图所示，内外管之间置有电加热器，电加热器的厚度忽略不计，内外管分别与内外部的流体进行换热，内外流体的温度为 $t_i = 50^\circ\text{C}$, $t_o = 250^\circ\text{C}$ ，内外部的对流传热系数分别为 $h_i = 150\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $h_o = 50\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，画出这一热量传递过程的热阻分析图，并计算电加热器维持在 $t_h = 300^\circ\text{C}$ 时，电加热器在单位管长上的加热量。 $r_1 = 150\text{mm}$, $r_2 = 170\text{mm}$, $r_3 = 190\text{mm}$ ，内外管的导热系数分别为： $\lambda_i = 150\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $\lambda_o = 50\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (15 分)



四、一竖直管直径 25mm， 100°C 的饱和水蒸气在其外表面上凝结，管表面温度为 80°C 。管内冷却水的流量为 0.5kg/s ，为使管内冷却水的温度升高不超过 5°C ，管子最大高度为多少？水的物性： $r=2257\text{ kJ/kg}$, $\lambda_l=0.68\text{W/m.K}$, $\eta_f=3.15 \times 10^{-4}\text{ kg/(m.s)}$, $\rho_l=965\text{ kg/m}^3$, $c_p=4.18(\text{kJ/kg.K})$ 。(15 分)

凝结换热关联式：
$$h = 1.13 \left[\frac{gr \rho_l^2 \lambda_l^3}{\eta_l l (t_s - t_w)} \right]^{1/4} \quad \text{Re} < 1600$$

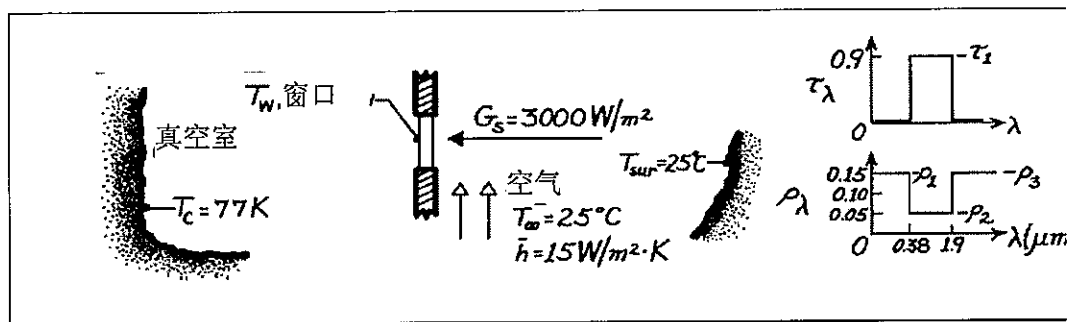
五、 25°C 空气以 2m/s 的速度平行流过一加热器表面，加热器沿气流方向长度为 1m ，由 10 块金属薄片组成，表面光滑，每块金属薄片为边长 0.1m 的正方形。运行过程中个金属薄片表面温度均为 500°C 。计算沿气流方向第五块金属片的换热量。空气物性： $\lambda = 0.043\text{ W(m.K)}$, $\nu = 43.5 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$, $\text{Pr} = 0.68$ 。(20 分)

六、一个大真空室的窗口的穿透率和反射率光谱特性如图所示。来自太阳模拟器的辐射能平行投射到窗口上。辐射热流密度为 $3000(\text{W}/\text{m}^2)$ 。与窗口面积相比真空室的壁面很大，它保持在 77K 。窗口的外表面受温度为 25°C 的环境和空气的影响，对流换热系数（表面传热系数）为 $15\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。 (20 分)

(1) 确定窗口材料对来自太阳模拟器辐射的穿透率、反射率和吸收率，后者的辐射近似于太阳辐射的光谱分布。

(2) 假定窗口与安装它的设施之间隔热，窗口达到稳定时的温度是多少？

$$\lambda T = 11020 \mu\text{m} \cdot \text{K}, F_{(0-\lambda)} = 0.932, \quad \lambda T = 2204 \mu\text{m} \cdot \text{K}, F_{(0-\lambda)} = 0.101$$



七、在一块漫射体材料中钻了一个直径 6mm 、深 24mm 的平底孔，材料的发射率为 0.8 ，处于 1000K 的均匀温度。(20 分)

(1) 确定离开腔体小孔的辐射功率。

(2) 腔体有效发射率的定义为离开腔体的辐射功率与具有腔体的开口面积和内表面温度的黑体的辐射功率之比。计算上述腔体的有效发射率。

(3) 如果增大孔的深度，有效发射率是增大还是减小？当深度增大时，有效发射率的极限是多少？