

北 京 科 技 大 学

2011 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号： 811 试题名称： 传热学 (共 2 页)

适用专业： 动力工程及工程热物理

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。

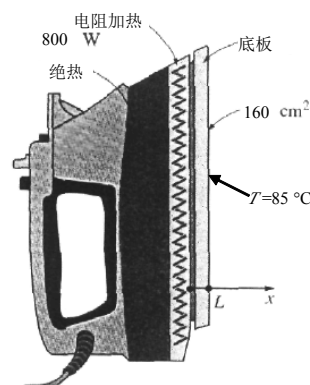
考试用具：考生自带计算器。

一. (30 分，每小题 5 分) 简要回答下列问题：

- (1) 对于第一类边界条件的稳态导热问题，其解析解与导热系数有没有关系？
- (2) 分别写出毕渥数 Bi 、努塞尔数 Nu 、傅立叶数 Fo 和格拉晓夫数 Gr 相似准则数的表达式，请说明其物理意义，并比较 Bi 、 Nu 的异同。
- (3) 试用简明的语言说明热边界层（或温度边界层）的概念；如果主流和壁面之间没有温差，会有温度边界层发展吗？
- (4) 为什么改变内部流动截面形状会改变换热效果？试用充分发展湍流的对流换热公式 $Nu_f = 0.023 Re_f^{0.8} Pr_f^{0.4}$ 解释之。
- (5) 试述基尔霍夫对灰体的应用，简要说明该定律在辐射换热计算中的作用。
- (6) 有一台采暖用的散热器，用管内的热水来加热管外的空气。为了提高散热器的散热效果，有人提出 1) 管外加装肋片；2) 将原来的钢管换成铜管。试从传热角度来评价这个方案。

二. (25 分) 考察一功率为 800W 的家用电熨斗底板的导热问题 如图所示。底板厚 $L = 0.6 \text{ cm}$ ，面积为 $A = 160 \text{ cm}^2$ ，热导率（或称导热系数） $\lambda = 20 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$ 。底板内表面由电阻恒热流加热，外包有绝热层。已知达到稳态时，底板外表面温度为 85°C 。试：

- (1) 建立电熨斗底板一维稳态导热的微分方程和边界条件；
- (2) 求解底板内的温度分布；
- (3) 确定底板的内表面温度。



三.(25 分)直径为 0.012m 的不锈钢轴承滚珠 (密度 $\rho=8085 \text{ kg/m}^3$, 热导率 $\lambda=15.1 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$, 比热容 $C_p = 0.480 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, 热扩散率 $\alpha = 3.91 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) 将在水中进行淬火处理。轴承滚珠离开加热炉时温度均匀, 为 900°C , 而后在温度为 30°C 的空气中停留一会, 再浸入水中。如果滚珠在淬火前温度不能低于 850°C , 试计算滚珠可以在空气中停留的时间 (空气的对流换热系数为 $125 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$)。

四.(25 分)在一次对流换热试验中, 10°C 的水以 1.6m/s 的流速流入内径为 28mm 、外径为 32mm 、长为 1.5m 的管子。管子外面均匀地缠绕着电阻带作为加热器, 其外还包有绝热层。设加热器总功率为 42.05kW , 通过绝热层的散热损失为 2% , 管材的热导率为 $18\text{W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$ 。试确定: (1) 管子出口处的水的平均温度; (2) 管子外表面的平均壁温。已知管内对流换热的准则数方程为: $\text{Nu}_f = 0.023 \text{Re}_f^{0.8} \text{Pr}_f^{0.4}$, 在平均温度下, 水的物性参数如下: 密度 $\rho = 999\text{kg/m}^3$, 比热容 $C_p = 4187\text{J/kg} \cdot \text{K}$, 热导率 $\lambda = 0.5865\text{W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$, 运动粘度 $\nu = 1.156 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$, 普朗特数 $\text{Pr} = 8.27$ 。

五.(20 分)有两块无限大平行平板, 其发射率分别为 0.3 和 0.8 , 二者由于温度不同进行辐射换热, 若在两平板之间插入一块两面抛光的铝遮热板, 其发射率为 0.04 , 计算由此引起的辐射换热降低的百分率。

六.(25 分)用进口温度为 12°C 、质量流量为 $18 \times 10^3\text{kg/h}$ 的水冷却从分馏器中得到的 80°C 的饱和苯蒸气。使用顺流换热器, 冷凝段和过冷段的传热系数均为 $980\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 。已知苯的汽化潜热为 $395 \times 10^3\text{J/kg}$, 比热容为 $1758\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$ 。试确定将质量流量为 3600kg/h 的苯蒸气凝结并过冷到 40°C 所需的换热面积。