

北 京 科 技 大 学

2010 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、动力工程

说明: ① 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

② 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) 请写出直角坐标系中, 非稳态、有内热源、常热导率 (即导热系数) 的导热微分方程表达式, 并说明表达式中各项的物理意义。
- (2) 分别写出毕渥数 Bi 、努塞尔数 Nu 、雷诺数 Re 、傅立叶数 Fo 和格拉晓夫数 Gr 相似准则数的表达式, 并请说明其物理意义。
- (3) 试用简明的语言说明热边界层的概念; 与完全的能量方程相比, 边界层能量方程最重要的简化特点是什么?
- (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) 温度均匀的空腔壁面上的小孔具有黑体辐射的特性, 那么空腔内部壁面的辐射是否也是黑体辐射?
- (6) 试用热阻概念说明辐射遮热板为什么能够“遮热”? 板表面的发射率对遮热作用有什么影响?

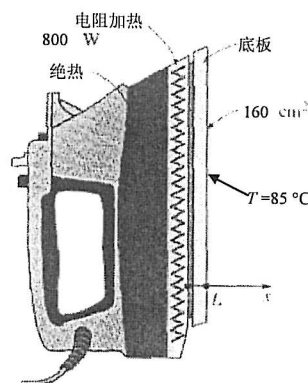
二. (20 分) 直径为 0.012m 的不锈钢轴承滚珠 (密度 $\rho = 8085\text{ kg/m}^3$, 热导率 $\lambda = 15.1\text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$, 比热容 $C_p = 0.480\text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$, 热扩散率 $\alpha = 3.91 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$) 将在水中进行淬火处理。轴承滚珠离开加热炉时温度均匀, 为 900°C , 而后在温度为 30°C 的空气中停留一会, 再浸入水中。如果滚珠在淬火前温度不能低于 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 $125\text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$)。

三. (25 分) 采用测定铂丝电阻的方法可间接测出横掠铂丝的空气速度。现测得铂丝直径 0.1mm , 长 10mm , 电阻为 0.2Ω , 通过的电流为 1.2A , 表面温度为 200°C , 空气温度为 20°C 。已知 $Nu = 0.911 Re^{0.385} Pr^{1/3}$, 空气的物性参数见下表。假定辐射热损失可忽略不计, 试确定空气的来流速度。

空气的物性参数

温度 $t, ^\circ\text{C}$	热导率 $\lambda \times 10^2, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$	运动粘度 $\nu \times 10^6, \text{m}^2/\text{s}$	普朗特数 Pr
20	2.59	15.06	0.703
110	3.27	24.29	0.687
200	3.93	34.85	0.680

四. (25分) 考察一功率为800W的家用电熨斗底板的导热问题, 如下图所示。底板厚 $L = 0.6 \text{ cm}$, 面积为 $A = 160 \text{ cm}^2$, 热导率 $\lambda = 20 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$ 。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。



五. (25分) 考察两个漫射的无限大的平行灰表面, 其相隔距离很小, 若两表面的黑度均为 0.8, 为了要使两表面之间的辐射热流减少至原来的 1/10, 问所放置在其之间的很薄、且导热热阻可以忽略的辐射遮热板的黑度应是多少?

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 3600 kg/h 的苯蒸气凝结并过冷到 40°C 所需的换热面积。