

# 华中科技大学

## 二〇〇二年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 传热学

适用专业: 工程热物理, 热能工程, 制冷及低温工程, 供热、供燃气、通风及空调工程

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

### 一 简答题 (6 × 5 = 30 分)

1. 试指出导热系数与热扩散系数各自从什么地方定义出来? 它们各自的物理意义如何? 你能说出它们的区别吗?
2. 微分方程的无量纲化可以产生无量纲的准则, 试问雷诺数 ( $Re$ ) 和 ( $RePr$ ) 各自是从什么微分方程中导出的? 他们各自的物理意义如何?
3. 边界层能量方程的形式为  $\rho c_p \left( u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) = \lambda \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2}$ , 试指出各项反映出的物理过程的实质? 这是什么类型的偏微分方程, 其物理特征如何?
4. 在液体沸腾过程中一个球形汽泡存在的条件是什么? 为什么需要这样的条件?
5. 什么是定向辐射强度? 试讨论黑表面、灰表面和非金属固体表面的辐射强度在半球空间上的变化规律, 同时指出那些表面是等强辐射表面。

### 二 分析题 (10 × 3 = 30 分)

1. 某一厚为  $\delta$  的一维导热平板, 已知从平板表面的一侧进入的热流密度为  $q_1$ , 而温度则为  $T_1$ 。在这个温度范围内导热系数与温度的关系为  $\lambda = 1/(BT)$ , 求平板内的温度分布和平板另一侧的温度表达式。
2. 物体长期置于温度恒为  $T_\infty$  的空气中, 物体内有强度为  $q_v [W/m^3]$  的内能热源,

并在某一时刻开始产生热量。内热源一开始产生热量，物体就在空气中升温。物体的体积为  $V$ ，表面积为  $F$ ，密度为  $\rho$ ，比热容为  $c_p$ ，与周围环境的总换热系数为  $\alpha$ 。如该物体内部导热热阻可以忽略，试列出该物体升温过程中的导热微分方程式，并求解该方程。

3. 有一根内直径为  $d$  的长管，其温度保持在  $T_c$ ，而温度为  $T_f$  的水以  $m$  的质量流量从管内流过。今假设水与管壁间的换热系数  $\alpha$  保持不变，试导出水温沿管长方向  $x$  的变化关系。

### 三 计算题 (10 × 4 = 40 分)

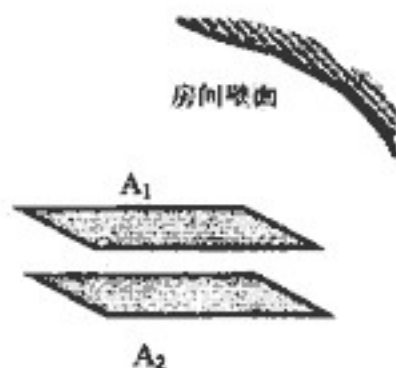
1. 有一支插入装油的铁套管中的水银温度计用来测量贮气罐内的空气温度。设温度计的读数是铁套管底部的温度。已知温度计读数  $T_s = 100^\circ\text{C}$ ，铁套管与贮气罐连接处的温度  $T_c = 50^\circ\text{C}$ 。铁套管的长度  $h = 140\text{mm}$ ，外径  $d_o = 10\text{mm}$ ，管壁厚度  $\delta = 1\text{mm}$ ，铁的导热系数  $\lambda = 58.2\text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$ ，从空气到铁套管的总换热系数  $\alpha = 29.1\text{ W/(m}^2\cdot^\circ\text{C)}$ 。试求测量误差。有人认为紫铜导热好，套管改用紫铜可以减少温差。如果其他条件不变，铁套管改用紫铜套管后测量温差变化如何？

$$[\text{双曲余弦 } \text{ch}(x) = (e^x + e^{-x})/2]$$

2. 一根通有电流的直径为  $0.2\text{mm}$  的金属丝，被  $20^\circ\text{C}$  的空气以  $30\text{m/s}$  的速度横向垂直吹过。由金属的电阻可推出金属丝的温度为  $21.5^\circ\text{C}$ 。改变气流速度，使金属丝的温度变成  $23.6^\circ\text{C}$ 。求此时的气流速度。给出空气的物性值： $\lambda = 0.0259\text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$ ， $\nu = 15.06 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ ， $\text{Pr} = 0.703$ ；及换热计算公式：

$$\text{Nu} = 0.683 \text{Re}^{0.466} \text{Pr}^{1/3}$$

3. 两块  $0.5\text{ m} \times 1.0\text{ m}$  的平行平板，其间距为  $0.5\text{ m}$ ，其中一块平板的温度为  $1000^\circ\text{C}$ ，另一块平板的温度为  $500^\circ\text{C}$ 。设两块板的黑度分别为  $0.2$  和  $0.5$ ，且  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0.285$ 。如果四周的墙壁是处于绝热状态，试计算两个平板之间辐射换热热流。如果上例中两平板之间的距离非常接近，再求两平板之间的辐射换热热流。试比较两者之间的差异，为什么会是这样？



4. 有一个气体加热器，传热面积为  $11.5 \text{ m}^2$ ，传热面壁厚为  $1 \text{ mm}$ ，导热系数为  $45 \text{ W/(m}\cdot\text{℃)}$ ，被加热气体的换热系数为  $83 \text{ W/(m}^2\cdot\text{℃)}$ ，热介质为热水，换热系数为  $5300 \text{ W/(m}^2\cdot\text{℃)}$ ；热水与气体的温差为  $42 \text{ ℃}$ ，试计算该气体加热器传热过程的总热阻、传热系数以及传热量，同时分析各个分热阻的大小，指出应从哪些方面着手来增加该加热器的传热量。