

华中科技大学

二〇〇五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、动力机械及工程、~~建筑技术~~

~~科学~~、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（10 小题，每题 6 分，共 60 分）

1. 试说明推导导热微分方程所依据的基本定律。
2. 导热系数和热扩散系数各自从什么公式产生？它们各自反映了物质的什么特性？并指出它们的差异。
3. 非周期性的加热或冷却过程可以分为哪两个阶段，它们各自有什么特征？
4. 与完全的能量方程相比，边界层能量方程最重要的特点是什么？
5. 对流换热过程微分方程组的无量纲化可以产生一系列无量纲的准则，试问雷诺数（Re）、贝克来数（Pe）和努谢尔特数（Nu）各自是从什么微分方程中导出的？并写出它们各自的表达式。
6. 什么是沸腾换热的临界热流密度？当沸腾换热达到临界热流密度时，在什么条件下才会对换热设备造成危害？为什么？
7. 什么是定向辐射强度？满足兰贝特定律的辐射表面是什么样的表面？试列举两种这样的表面。
8. 按照基尔霍夫定律的要求，物体表面的黑度等于其吸收率应该在什么条件下成立？灰体是否需要这些条件？为什么？
9. 指出热射线主要由哪两种射线组成？为什么钢锭在炉中加热时，随着温度升高，钢锭的颜色依次会发生黑、红、橙、白的变化？

10. 解释为什么在增强油冷器的传热时，采用提高冷却水流速的方法，效果并不显著？试提出两种可以显著增强油冷器强化传热的方法。

二、分析题（5 小题，每题 8 分，共 40 分）

1. 在深秋晴朗无风的夜晚，草地会结霜，可气象台的天气预报却说清晨最低温度为 2℃，试解释这种现象（假设草地与地面之间绝热）。

2. 写出 Bi 数的定义式并解释其意义。在 $Bi \rightarrow 0$ 的情况下，一初始温度为 t_0 的平板突然置于温度为 t_∞ 的流体中冷却（图 1），粗略画出 $\tau = \tau_1 > 0$ 和 $\tau = \infty$ 时平板附近的流体和平板的温度分布。

3. 示意性地画出竖板自然对流边界层的温度分布和速度分布。

4. 求出图 2 中表面 1 对表面 4 的角系数 $x_{1,4}$ 的表达式

（已知各表面面积 A_1, A_2, A_3, A_4 ，以及 $x_{1+2, 3+4}, x_{1+2, 3}, x_{2, 3+4}, x_{2, 3}$ ）。

5. 设计壳管式换热器时，指出分别在下列各种情况下，那种流体应在管内流动：

- 1) 一种流体清洁，一种流体不清洁；
- 2) 一种流体温度高，一种流体温度低；
- 3) 一种流体粘度大，一种流体粘度小；
- 4) 一种流体流量大，一种流体流量小。

三、（本题 12 分）有一直径为 3mm 的钢球，其密度为 7701kg/m^3 ，比热容 $460\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ，导热系数 $23\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ 。今钢球在炉内加热至 $t_i=500^\circ\text{C}$ 后，突然放置在 $t_\infty=20^\circ\text{C}$ 的环境中冷却，测得钢球与环境间的换热系数为 $78\text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ，试计算钢球冷却到 100°C 所需要的时间。

四、（本题 19 分）有一内直径为 $d=20\text{mm}$ 长度为 $L=2\text{m}$ 的薄壁紫钢管处于温度为 50°C 的低压饱和水蒸汽中，管内有流速为 10m/s 的空气流过，入口处空气温度为 20°C

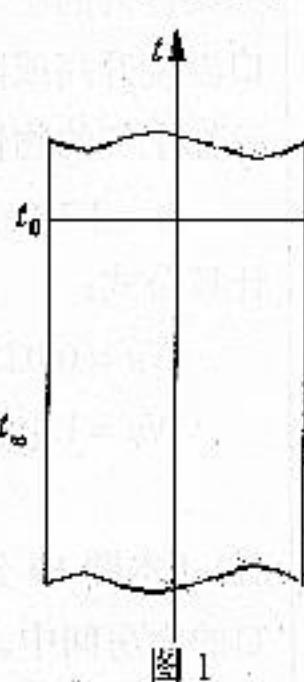


图 1

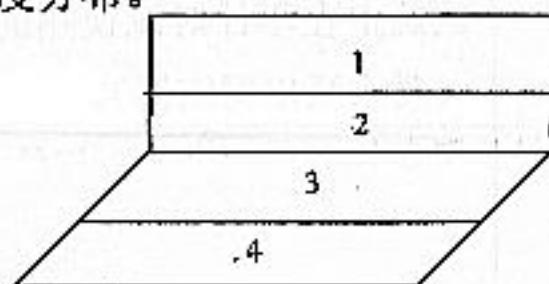


图 2

℃，忽略管外水蒸汽凝结换热热阻和管壁导热热阻，试计算圆管出口处空气温度。如果管内的空气流速增加一倍，空气在出口处的温度会升高还是会降低？并说明出口温度升高或降低的原因。

已知空气的物性参数：

$$\rho = 1.12 \text{ kg/m}^3, \lambda = 0.027 \text{ W/m}\cdot\text{°C}, c_p = 1000 \text{ J/kg}\cdot\text{°C}, \nu = 1.7 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

计算公式：

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (\text{紊流})$$

$$Nu = 1.86(Re \cdot Pr \cdot D/L)^{1/3} \quad (\text{层流})$$

五、(本题 19 分) 有一内腔为 $0.2\text{m} \times 0.2\text{m} \times 0.2\text{m}$ 的正方形炉子，被置于室温为 27°C 的大房间中。炉底电加热，底面温度为 427°C ， $\epsilon = 0.8$ 。炉子顶部开口，内腔四周及炉子底面以下均敷设绝热材料。已知炉子底部对炉子顶部环境的角系数为 0.2，试确定在不计对流换热的情况下，为保持炉子恒定的底面温度所需供给的电功率(要求画出网络图)。