

河 北 工 程 大 学

二〇一七年硕士研究生入学考试试题

试卷 A

考试科目代码 808 考试科目名称 传热学 II

所有答案必须写在答题纸上, 做在试题纸或草稿纸上无效。

一、简答题 (共 60 分, 每题 6 分)

1. 简述导热问题常见的三类边界条件。
2. 简述利用短管和弯管可以强化换热的原因。
3. 什么是有效辐射? 为什么引入有效辐射这个概念?
4. 由对流换热微分方程 $h = -\frac{\lambda}{\Delta t} \frac{\partial t}{\partial y} \Big|_{y=0}$ 可知, 该式中没有出现流速, 因此有人得出结论:

对流换热系数 h 与流体速度场无关。请判断该说法的正确性, 并解释原因。

5. 从热流可控和壁面温度可控两种加热方式出发, 分析临界热流密度的意义。
6. 简述边界层理论的主要内容及其对求解对流换热问题的意义。
7. 初始温度均匀的物体, 一侧表面温度突然上升到某值, 沿热量传递方向表面温度梯度比物体内部温度梯度大, 为什么?
8. 下雪后, 桥面上的雪先融化还是路面上的雪先融化? 试从传热学的角度分析。
9. 写出傅立叶数、毕渥数和努塞尔特数的定义式并说明其物理意义。
10. 北方冬季晴朗的夜晚, 地表附近的温度高于摄氏温度零度, 但地面上却有一层薄冰, 试解释该现象。

二、计算题 (共 90 分, 各题分数见每题标注)

1. (20 分) 管径为 50mm 的供热管道 (忽略管道的壁厚), 其外包有厚为 40mm、平均导热系数为 $0.1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的保温材料, 热水的平均温度为 70°C , 平均流速为 0.5 m/s , 环境的温度为 20°C , 空气和管道外表面的复合对流换热系数为 $10 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$, 假定管道外表面温度均匀。计算管道外表面的温度及单位时间内单位管长释放的热量。 70°C 水的物性参数为: $p_r = 2.55$ $\lambda = 66.8 \times 10^{-2} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ $\rho = 977.8 \text{ kg}/\text{m}^3$ $C_p = 4.178 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

$\nu = 0.415 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (不考虑入口段和温差的修正), 管内湍流强制对流换热实验关联式为 $Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.3}$ 。

2. (10 分) 一块厚 20mm、温度为 500°C 的平板置于 20°C 的空气中冷却到 40°C , 冷却过程中平板两侧的表面传热系数为 $35 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$, 平板的 $\lambda = 45 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$, 热扩散率为 $1.37 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, 试计算此阶段所需时间。(10 分)

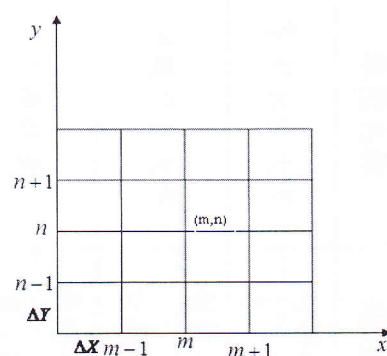
3. (15 分) 推导出如图所示的二维、非稳态、无内热源、常物性导热问题内节点 (m, n) 的节点离散方程的显示格式及其解的稳定性条件。步长为 $\Delta x = \Delta y$, 时间步长为 $\Delta \tau$ 。

$t_{m,n}^i$: 节点(m, n)在 i 时层的温度, $t_{m,n}^{i+1}$: 节点(m, n)在 (i+1) 时层的温度,

4. (20) 两块尺寸均为 $2m^2$ 的平板, 置于室温为 27°C 的房间中, 房间表面可以看作黑体, 平板背面不参与换热, 两板的温度和发射率分别为

$$t_1 = 527^\circ\text{C}, \varepsilon_1 = 0.2, t_2 = 327^\circ\text{C}, \varepsilon_2 = 0.5.$$

试计算每块板的净辐射散热量。知 $X_{1,2} = X_{2,1} = 0.5$ 。



5. (25 分) 体积流量为 $39m^3/h$ 的油, 在冷油器

中从 $t_1' = 56.9^\circ\text{C}$ 冷却到 $t_1'' = 45^\circ\text{C}$ 。冷油器采用

壳管式结构, 管子为铜管, 外径为 15mm, 壁厚 1mm。流量为 47.7t/h 的冷却水从管侧流过,

进口温度为 $t_2' = 33^\circ\text{C}$ 。油安排在壳侧。油侧的表面传热系数为 $h_o = 450W/m^2.k$, 水侧的

表面传热系数为 $h_i = 5850W/m^2.k$, 已知油的物性为: $\rho_1 = 879kg/m^3, c_1 = 1.95KJ/kg.k$,

水的物性: $c_2 = 4.19KJ/kg.k$, 平均温差修正系数 $\Psi = 0.97$ 。试求所需传热面积。(不考虑铜管的导热热阻和污垢热阻)