

华中科技大学

二〇〇四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、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 5 分, 共 50 分)

1. 什么是时间常数? 试说明时间常数对动态温度测量精确度的影响。
2. 什么是热边界层? 什么是速度边界层? 普朗特数的大小反映了速度边界层与热边界层的怎样的关系?
3. 粗略绘出大容器内饱和水在大气压力下沸腾的 $q-\Delta t$ 曲线, 并注明各换热阶段的特点及临界热流密度的位置。
4. 写出稳态强制对流换热的边界层能量方程, 并说明各项的意义。
5. 写出格拉晓夫数 Gr 的定义式, 并说明 Gr 一般用于计算哪种形式的换热。
6. 写出 Bi 数和 Nu 数的定义式, 说明它们的物理意义, 并比较两者的不同之处。
7. 什么是灰体? 在工程辐射换热计算中引入灰体概念有何意义?
8. 在圆管外表面加装肋片, 就一定能够增强传热吗? 为什么?
9. 什么是角系数? 对于非黑体之间的辐射, 角系数成为纯几何量的条件是什么?
10. 对于室内安装的暖气设施, 试说明从热水至室内空气的热量传递过程中, 包含哪些传热环节?

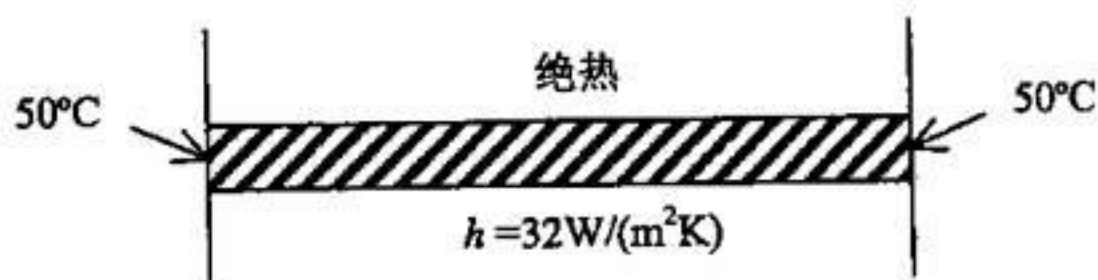
二、(20 分)一金属圆柱体直径为 $d = 100 \text{ mm}$, 长度为 $l = 50 \text{ mm}$, 密度为 7800 kg/m^3 , 比热为 $460 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ 。柱体初始温度为 700°C 。若 $\tau \geq 0 \text{ s}$ 时其下底面与温度为 100°C 的油一直保持接触, 对流表面传热系数为 $h_1 = 200 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, 其余表面绝热; $\tau \geq 120 \text{ s}$ 时上表面再同时与温度为 20°C 的空气保持接触, 对流表面传热系数为 $h_2 = 40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, 而侧面仍维持绝热。假定圆柱体的导热热阻很小, 同一瞬间圆柱体温度均匀一致, 求:

- 1) $\tau = 120 \text{ s}$ 时圆柱体的温度;
- 2) $\tau = 600 \text{ s}$ 时圆柱体的温度;
- 3) 热平衡时圆柱体的温度。

三、(20 分) 一厚度为 10 mm , 导热系数为 $50 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 的不锈钢板两端维持固定温度 50°C , 已知钢板两端之间的距离为 20 cm , 在垂直纸面方向很长。钢板上表面绝热, 下表面有 20°C 的空气缓慢流动, 对流表面传热系数为 $32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, 试导出此钢板的导热微分方程, 求解所导出的方程得出温度分布, 并求出钢板中心的温度值。

双曲函数的一些数值:

X	$\text{ch}x$
0	1
0.4	1.08
0.8	1.34
1.6	2.58



四、(20 分) 初温为 30°C 的水, 以 0.857 kg/s 的流量流经一套管式换热器的环形空间。水蒸汽在圆管内凝结, 使内管外壁温度维持在 100°C 。换热器外壳绝缘良好。环形夹层内管外径为 40 mm , 外管内径为 60 mm 。试求把水加热到 50°C 所需要的套管长度以及在管子出口截面处的局部热流密度。

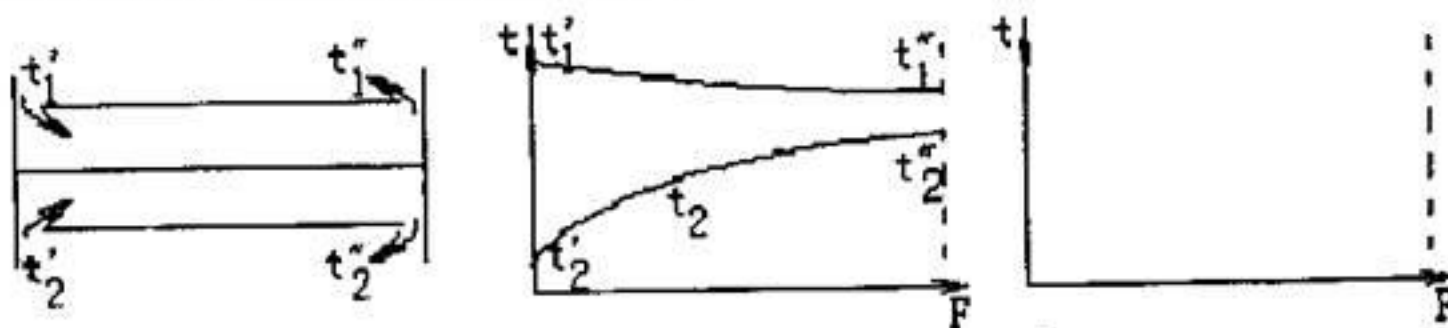
[取水的物性为: $\lambda_f = 0.635 \text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$, $\rho_f = 992.2 \text{ kg/m}^3$, $c_p = 4174 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, $\eta_f = 653.3 \times 10^{-6} \text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$, $\nu_f = 0.659 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\text{Pr}_f = 4.31$, $\eta_w = 282.5 \times 10^{-6} \text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$]

计算公式: 管内层流:
$$\text{Nu} = 1.86 \left(\text{Re} \text{Pr} \frac{d}{l} \right)^{1/3} \left(\frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0.14}$$

管内湍流:
$$\text{Nu} = 0.027 \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{1/3} \left(\frac{\eta_f}{\eta_w} \right)^{0.14}$$

横向流过圆管:
$$\text{Nu} = 0.193 \text{Re}^{0.618} \text{Pr}^{1/3}$$

五、(20 分) 有一间壁式换热器, 其换热面由薄壁紫铜做成。已知热流体侧换热系数为常数 α , 冷流体侧换热系数为 2α 。



1) 顺流布置(上图左)时热流体的温度 t_1 和冷流体的温度 t_2 沿换热表面 F 的变化曲线如上图(中)所示, 试在上图(中)画出壁面温度 t_w 沿换热表面 F 的变化曲线。

2) 如果顺流布置改为逆流布置, 即将热流体的进、出口对换, 其他条件不变, 试在上图(右)中画出冷、热流体温度沿换热表面 F 的变化曲线。

3) 在逆流布置下, 假设冷、热流体进口温度不变, 而将冷流体的流量变为原来的 2 倍, 试分析此时换热器的传热量 Q 、传热系数 K 、换热平均温差 Δt_m 和冷、热流体的出口温度如何变化。

六、(20 分) 一个箱体, 其形状为圆柱的四分之一, 箱内抽成真空, 如下图所示。圆柱内表面半径为 0.5 m, 箱体长 10 m; 平表面 A_1 的温度为 50°C , 黑度为 0.8; 圆柱内表面 A_2 温度为 30°C , 黑度为 0.6; 另一平表面 A_3 为绝热表面; 假定两端的辐射换热可忽略不计。试画出箱体内辐射系统网络图, 并计算表面 A_1 与表面 A_2 之间的辐射换热量以及表面 A_3 的温度。(黑体辐射常数为 $5.67 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$)

