华中科技大学 2004 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

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-Δt 曲线，并注明个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，包含那些传热环节？

二、（20 分）一金属圆柱体直径 d=100mm，长度为 l=50mm，密度为 7800kg/m3，比热为 460J/（kg℃）。柱体初始温度为 700℃。若 τ ≥0s 时其下底面与温度为 100℃的油一直保持接触，对流表面传热系数为 h1=200W/（m2k），其余表面绝热；τ ≥120s 时上表面再同时与温度为 20℃的空气保持接触，对流表面传热系数为 h2=40W/（m2k），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：

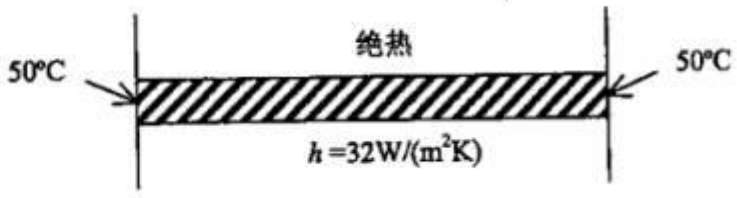
1. τ =120s 时圆柱体的温度；
2. τ =120s 时圆柱体的温度；
3. 热平衡时圆柱体的温度。

三、（20 分）一厚度为 10mm，导热系数为 50W/（m.k）的不锈钢板两端维持固定温度

50℃，已知钢板两端之间的距离为 20cm，在垂直纸面方向很长。钢板上表面绝热，下表面有 20℃的空气缓慢流动，对流表面传热系数为 32W/（m2k），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	chx
0	1
0.4	1.08
0.8	1.34
1.6	2.58



[取水的物性为：λ_f=0.635 W/(m·°C), ρ_f=992.2kg/m^3, c_p=4174J/(kg·°C),
η_f=653.3×10^{-6}kg/(m·s), ν_f=0.659×10^{-6}m^2/s, Pr$_f$=4.31,
η_w=282.5×10^{-6}kg/(m·s)]

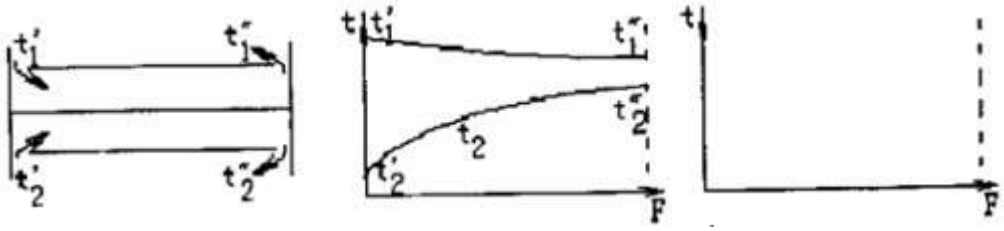
计算公式：管内层流：$Nu = 1.86\left(\mathrm{Re}\,\mathrm{Pr}\frac{d}{l}\right)^{1/3}\left(\frac{\eta_f}{\eta_w}\right)^{0.14}$

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

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

四、（20 分）初温为 30℃的水，以 0.857kg/s 的流量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℃。换热器外壳绝热良好。环形夹层内管外径为 40mm，外管内径为 60mm。试求把水加热到 50℃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。

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。

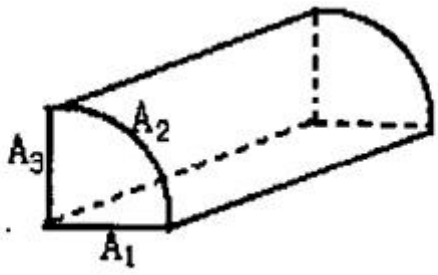


- 顺流布置（上图左）时热流体的温度 t1 和冷流体的温度 t2 沿换热表面 F 的变化曲线如上图（中）所示，试在上图（中）画出壁面温度 tw 沿换热表面 F 的变化曲线。
- 如果顺流布置改为逆流布置，即将热流体的进、出口对换，其他条件不变，试在上图（右）画出冷热流体温度沿换热表面 F 的变化曲线。

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△tm 和冷、热流体的出口温度如何变化。

（黑体辐射常数为 5.67×10^{-8}W/(m^2·K^4)）

六、（20 分）一个箱体，其形状为圆柱体的四分之一，箱内抽成真空，如下图所示。圆柱内表面半径为 0.5m，箱体长 10m；平表面 A1 的温度为 50℃，黑度为 0.8；圆柱内表面 A2 的温度为 30℃，黑度为 0.6；另一表面 A3 为绝热表面；假定两端的辐射可以忽略不计。试画出箱体内辐射系统网络图，并计算表面 A1 与表面 A2 之间的辐射换热量以及表面 A3 的温度。


A2
A3
A1