

河 北 工 程 大 学

二〇二二年硕士研究生招生考试试题（正题）

考试科目代码 803 考试科目名称 传热学

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 10 分）

1. 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 与流体的速度场无关。请判断该说法的正确性，并解释原因。

2. 试叙述锅炉中的省煤器包含哪些换热环节。

3. 简述导热问题常见的三类边界条件。

4. 简述短管和弯管为何能够强化管内的强制对流换热。

5. 晴朗的夏天，汽车在室外放置一段时间，有人进去开车发现车里面太热，为什么？

6. 写出普朗特数、毕渥数和努塞尔特数的定义式并说明其物理意义。

二、名词解释（共 30 分，每题 6 分）

1. 导热

2. 辐射力

3. 温度边界层

4. 导热系数

5. 集中参数法

三、计算题（共 60 分）

1. （15 分）某建筑物的混凝土屋顶面积为 $A=20\text{m}^2$ ，厚度为 $\delta_1=140\text{mm}$ ，混凝土导热系数为 $\lambda_1=1.4\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。冬季供暖室外计算温度为 $t_{f2}=-10^\circ\text{C}$ ，冬季由屋顶形成的热负荷为 $\Phi=3\text{kW}$ ，室内空气和屋顶下表面之间的对流换热系数为 $h_1=12.5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ，室外空气和屋顶之间的对流换热系数为 $h_2=50\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 。（1）试计算屋顶内表面的温度 t_{w1} 和室内空气温度 t_{f1} 。（2）要想使热负荷变为原来的一半，需要在屋顶外部敷设导热系数为 $\lambda_2=0.05\text{W/m}\cdot\text{K}$ 时的保温材料厚度是多少？

2. （15 分）体积流量为 $39\text{m}^3/\text{h}$ 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 $h_0 = 450\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ，水侧的表面传热系数为 $h_i = 5850\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ，已知油的物性参数为： $\rho_1 = 879\text{kg/m}^3$ ， $c_1 = 1.95\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ ，水的物性： $c_2 = 4.19\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ ，平均温差修正系数 $\Psi=0.97$ 。试求所需传热面积（以外表面力为基准求传热面积，不考虑铜管的导热热阻和污垢热阻）。

3. （10 分）两块平行放置的平板表面发射率均为 0.6 ，其板间距远小于板的宽度和高度，且两表面温度分别为 $t_1 = 427^\circ\text{C}$ 及 $t_2 = 27^\circ\text{C}$ 。试确定：

- 1) 板 1 的自身辐射；2) 对板 1 的投入辐射；3) 板 1 的反射辐射；4) 板 1 的有效辐射；
- 5) 板 2 的有效辐射；6) 板 1、2 间的辐射换热量。

4. (10 分) 一任意形状的物体, 初始温度为 t_0 , 把它放置于温度为 t_f 的流体中冷却, 流体和壁面之间的表面传热系数为 h , 该物体的物性参数为 ρ 、 c 、 λ , 和流体接触的面积为 A , 体积为 V , 物体内部导热热阻可忽略, 试建立该物体温度与时间之间的微分方程并求解之。

5. (10 分) 有一锅炉炉墙由三层组成, 内层是厚 $\delta_1=230\text{mm}$ 的耐火砖层, 热导率 $\lambda_1=1.10\text{W/m}\cdot\text{K}$; 外层是厚 $\delta_3=240\text{mm}$ 的红砖层, 热导率 $\lambda_3=0.58\text{W/m}\cdot\text{K}$; 两层中间填有厚度 $\delta_2=50\text{mm}$ 的保温层, 热导率 $\lambda_2=0.072\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。已知炉墙内表面温度 $t_{w1}=500^\circ\text{C}$, 锅炉房内空气温度 $t_f=30^\circ\text{C}$, 空气和炉墙外表面之间的表面传热系数为 $h=10\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 。不考虑锅炉外表面的辐射换热, 试求通过炉墙的导热热流密度及红砖层的最高温度。