

河北工程大学

二〇一六年硕士研究生入学考试试题 试卷 B

考试科目代码 807 考试科目名称 传热学 I

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、解释下列名词与概念（共 20 分，每小题 2 分）

1. 温度场；
2. 导热系数 λ ；
3. 普朗特数 Pr ；
4. 温度边界层；
5. 黑体；
6. 发射率；
7. 重辐射表面；
8. 辐射强度；
9. 表面热阻；
10. 换热器的效能 ε 。

二、简要回答下列问题（共 40 分，每小题 4 分）

1. 瞬态导热过程中，温度场的变化可以分为哪三个阶段？
2. 同一房屋外墙内、外表面的对流换热系数是否一样，为什么？
3. 如图 2-1 所示，两层平壁内为一维稳态导热，其温度分布如图 2-2 所示，导热系数 λ_1 、 λ_2 均为常数。试确定 q_1 、 q_2 和 q_3 的相对大小。

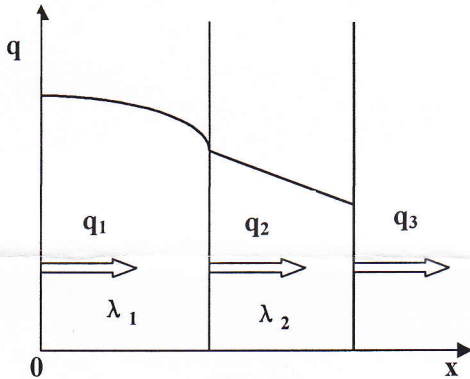


图 2-1

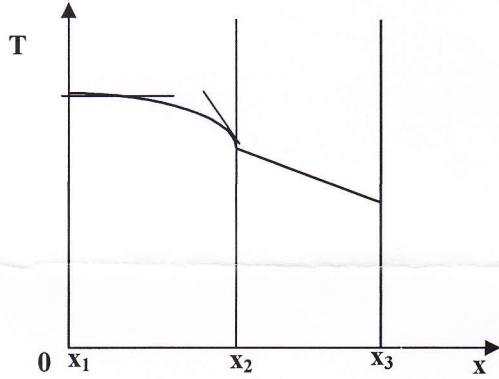


图 2-2

4. 比渥 (Bi) 准则与努谢尔特准则 (Nu) 有何异同？
5. 两物理现象相似的条件？
6. 管内强制对流换热，为何采用短管和弯管可以强化流体的换热？
7. 为什么蒸汽中含有不凝结气体会影响凝结换热的强度？
8. 北方冬季晴朗的夜晚，测得地面附近空气温度高于摄氏零度，但有人却发现地面上有水的地方结有一层薄冰，试解释原因（不考虑水表面的蒸发）。
9. 测量锅炉炉膛烟气温度时，为什么采用遮热罩抽气热电偶可以减少测温误差？
10. 增强传热的方法主要有那些？

三、计算（共 90 分，各题分数见每题标注）

1. (15 分) 一蒸汽锅炉炉膛中的蒸发受热面管壁受到温度为 1000°C 的烟气加热，管内沸水温度为 200°C ，烟气与受热面管子外壁间的复合换热表面传热系数为 $100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，沸水与内壁间的表面传热系数为 $5000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，管壁厚 6mm ，管壁 $\lambda = 42 \text{ W}/(\text{mK})$ ，外径为 52mm 。试计算下列三种情况下受热面单位长度上的热负荷：

- (1) 换热表面是干净的；
- (2) 外表面结了一层厚为 1mm 的烟灰，其 $\lambda = 0.08 \text{ W}/(\text{mK})$ ；
- (3) 内表面上有一层厚为 2mm 的水垢，其 $\lambda = 1 \text{ W}/(\text{mK})$ 。

2. (15分) 将初始温度为 80°C ，直径为 20mm 的紫铜棒，突然横放于气温为 20°C ，流速为 12 m/s 的风道中，假定紫铜棒与气体之间的表面换热系数为 $h=83.2\text{ W}/(\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$ ，求多长时间后紫铜棒的表面温度降为 34°C ？已知紫铜的密度为 $\rho=8954\text{ kg}/\text{m}^3$ ，比热 $C_p=383.1\text{ J}/(\text{kg }^{\circ}\text{C})$ ，导热系数 $\lambda=386\text{ W}/(\text{m }^{\circ}\text{C})$ 。

3. (15分) 在一台缩小成为实物 $1/8$ 的模型中，用 20°C 的空气来模拟实物中平均温度为 200°C 空气的加热过程。实物中空气的平均流速为 6.03m/s ，问模型中的流速应为若干？若模型中的平均表面传热系数为 $195\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ，求相应实物中的值。在这一实物中，模型与实物中流体的 Pr 数并不严格相等，你认为这样的模化试验有无实用价值？（空气在 20°C 时的物性为： $v_1=15.06 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ ， $\lambda_1=2.59 \times 10^{-2}\text{ W}/(\text{mk})$ ， $Pr_1=0.703$ ；空气在 200°C 时的物性为： $v_2=34.85 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ ， $\lambda_2=3.93 \times 10^{-2}\text{ W}/(\text{mk})$ ， $Pr_2=0.680$ 。）

4. (15分) 一水平放置的正方形太阳能集热器，边长为 1.1m ，吸热表面直接暴露于空气中，其发射率 $\varepsilon=0.2$ ，其上无夹层，对太阳能的吸收比 $\alpha_s=0.9$ ，当太阳的投入辐射 $G=800\text{W}/\text{m}^2$ 时，测得集热器吸热表面的温度为 90°C ，此时环境温度 t_s 为 30°C ，天空可视为温度 t_{∞} 为 23K 的黑体。集热器效率定义为集热器所吸收的太阳辐射能与太阳投入辐射之比。求：此集热器的效率。（计算时定性温度 t_m 按照 60°C 考虑，其物性为： $v=18.97 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ ， $\lambda=2.9 \times 10^{-2}\text{ W}/(\text{mk})$ ， $Pr_1=0.696$ 。太阳能表面与空气的对流换热可按照： $Nu=0.16(\text{GrPr})^{1/3}$ 计算。其中 $\text{Gr}=[g(t_w-t_s)\delta^3]/(T_m v^2)$ 。）

5. (15分) 两平行大平壁的发射率均为 $\varepsilon=0.4$ ，它们中间放置一两面发射率均为 0.04 的遮热板。当平壁的表面温度分别为 250°C 和 40°C 时，计算辐射换热量和遮热板的表面温度（不计导热和对流换热）。

6. (15分) 一台 $1-2$ 型壳管式换热器用来冷却润滑油。冷却水在管内流动，冷却水进口温度 $t_2'=20^{\circ}\text{C}$ ，出口温度 $t_2''=50^{\circ}\text{C}$ ，流量为 3kg/s ；热油入口温度为 100°C ，出口温度为 60°C ，换热器的总传热系数 $k=350\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 。假定润滑油及水在给定温度下的比热为 $c_1=2148\text{ J}/\text{kg }^{\circ}\text{C}$ ， $c_2=4174\text{ J}/\text{kg }^{\circ}\text{C}$ 。

试计算：

- (1) 油的流量；
- (2) 换热器所传递的热量；
- (3) 设对数平均温差的修正系数 $\psi=0.9$ ，求所需的传热面积。