

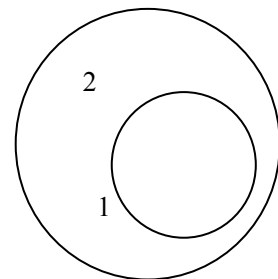


## 一、简答题（每题 5 分，共 40 分）

1. 写出  $Bi$  数的定义式，它的物理含义是什么？ $Bi$  趋于无穷大时，相当于什么样的边界条件？
2. 写出格拉晓夫数  $Gr$  的定义式，它是哪两种力相对大小的一种度量？一般用于计算哪种形式的换热？
3. 什么是热边界层？什么是速度边界层？它们的相对大小可用哪个准则数表示？
4. 何谓膜状凝结？强化膜状凝结的主要途径是什么？
5. 什么是角系数？对于非黑体表面的辐射，角系数成为纯几何因子的条件是什么？
6. 说明发射率和吸收比的定义，它们两者是否只与物体本身的情况有关？
7. 黑体的定向辐射强度与空间方向无关是否意味着黑体的辐射能在半球空间各方向上是均匀分布的？为什么？
8. 气体辐射与固体辐射相比有何特点？

## 二、简要分析与计算题（每题 6 分，共 30 分）

1. 对于一维常物性、无内热源的大平板导热问题，以下两种情况下能否确定平板内部的温度分布？请说明理由。
  - (1) 两侧给定的均为第二类边界条件；
  - (2) 一侧为第二类边界条件，一侧为第三类边界条件。
2. 示意性地画出管内湍流流动时，对流局部表面传热系数  $h_x$  的沿程变化规律，并进行简要说明。
3. 一直径为  $d$  的小球 1 置于一直径为  $D=2d$  的空心球壳 2 的内部，求角系数  $X_{1,1}$ ， $X_{1,2}$ ， $X_{2,1}$ ， $X_{2,2}$ 。



4. 根据你所学的传热学知识说明: 太阳能集热器吸热板理想的辐射特性应该是怎样的?
5. 若要测量空气的导热系数, 请你设计一个实验方案, 简要说明原理。

### 三、(15 分)

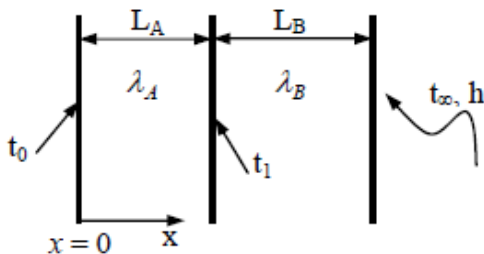
由两种材料 A、B 组成的一维复合平板 (如图所示), 厚度分别为  $L_A$ 、 $L_B$ , 左侧表面( $x=0$ )保持恒温  $t_0$ , 右侧表面处于温度为  $t_\infty$  (设  $t_0 > t_\infty$ ) 气流中, 表面的对流传热系数为  $h$ , 忽略复合平板界面的接触热阻及其与环境的辐射换热。

(1) 给出通过复合平板的稳态热流密度  $q$  的计算公式;

(2) 推导稳态时, 平板 A 和 B 分界面温度  $t_1$  的计算公式;

(3) 假设导热系数  $\lambda_A < \lambda_B$ , 画出  $x$

从 0 到  $\infty$  的稳态温度分布趋势。



### 四、(15 分)

某热电偶的热结点近似为一直径为 1.2mm 的球形, 初温为  $20^\circ\text{C}$ , 其物理参数为:  $\rho = 8930 \text{ kg/m}^3$ ,  $c_p = 400 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ 。将其放入  $80^\circ\text{C}$  的气流中, 对流换热系数  $h = 80 \text{ W/(m}^2\cdot^\circ\text{C)}$ 。试写出热电偶温度  $t$  随时间的变化函数, 该热电偶的时间常数是多少? 经过多少秒后热电偶的测量温度可达到  $t = 79.9^\circ\text{C}$ ?

### 五、(20 分)

在温度同为  $100^\circ\text{C}$  的两器件之间安装一根直径为 5mm、长度为 100mm 的水平铜棒, 铜的导热系数为  $386 \text{ (W/m}\cdot^\circ\text{C)}$ , 并使温度为  $30^\circ\text{C}$  的空气以  $6 \text{ m/s}$  的

速度横向流过铜棒，空气的导热系数为  $0.03 \text{ (W/m} \cdot \text{°C)}$ 、运动黏度为  $1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ， $\text{Pr}=0.7$ ，空气横掠铜棒时对流换热满足准则方程： $\text{Nu}=0.193\text{Re}^{0.618}\text{Pr}^{1/3}$ ，

求此时：(1) 铜棒中心处的温度；(2) 铜棒的散热量是多少？注： $sh(x)=\frac{e^x - e^{-x}}{2}$ ，

$$ch(x)=\frac{e^x + e^{-x}}{2}, th(x)=\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}。$$

## 六、(15 分)

在两个平行放置的相距很近的大平板 1 和 2 之间，插入一块很薄而且两个表面黑度不等的第三块平板。已知  $t_1=300^\circ\text{C}$ ， $t_2=100^\circ\text{C}$ ， $\varepsilon_1=0.5$ ， $\varepsilon_2=0.8$ 。稳态时，当平板 3 的 A 面朝向平板 1 时，板 3 的温度为  $170^\circ\text{C}$ ，当平板 3 的 B 面朝向平板 1 时，板 3 的温度为  $260^\circ\text{C}$ 。试问：1) 画出两种情况下的辐射换热网络图。2) 确定第三块平板表面 A、B 各自的黑度。3) 计算两种情况下，平板 1 和 2 之间的辐射换热量。

## 七、(15 分)

一个逆流换热器，热工质在管内流动，冷却水在管外流动。工质的进出口温度分别为： $t_h' = 80^\circ\text{C}$ ， $t_h'' = 55^\circ\text{C}$ ，质量流率为  $q_{mh} = 1800 \text{ kg/h}$ ，比热为  $c_h = 2.0 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ，冷却水的进口温度为  $t_c' = 20^\circ\text{C}$ ，质量流率为  $q_{mc} = 1500 \text{ kg/h}$ ，比热为  $c_h = 4.18 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ，金属光管内径  $d_i = 50 \text{ mm}$ ，壁厚为  $\delta = 2 \text{ mm}$ ，导热系数为  $45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 。管内工质的对流换热系数  $h_i = 800 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ，水侧的对流换热系数  $h_o = 2000 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ，请确定该换热器所需要的管外侧换热面积  $A_o$  为多少？

【完】