

第十一章作业

11-9 试确定图 11-35 中的角系数 $X_{1,2}$ 。

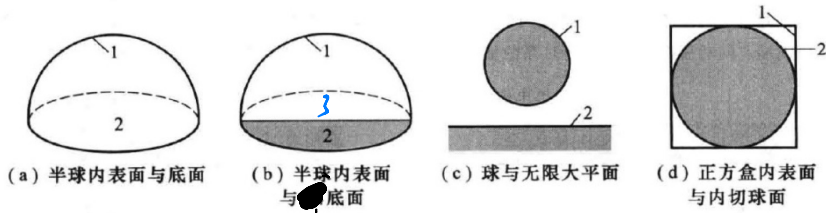


图 11-35 习题 11-9 附图

(b) $\frac{1}{2}$ 底面

因为 $X_{1,1} + X_{1,2} = 1$, $X_{1,1} = 0$, 则

$$A_1 X_{1,2} = A_2 X_{2,1}$$

$$X_{2,1} = 1$$

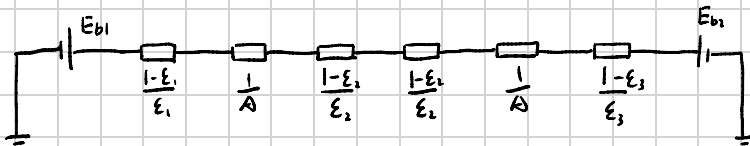
$$X_{1,2} = \frac{A_2 X_{2,1}}{A_1}$$

$$\begin{aligned} X_{1,2} &= \frac{A_2 X_{2,1}}{A_1} \\ &= \frac{\frac{\pi r^2}{2} \times 1}{2\pi r^2} \\ &= \frac{1}{4} \end{aligned}$$

有两块平行放置的大平板,板间距远小于板的长度和宽度,温度分别为 400°C 和 50°C ,表面发射率均为 0.8,试计算两块平板间单位面积的辐射换热量。

11-13 如果在上题中的两块平板之间放一块表面发射率为 0.1 的遮热板,而两块平板的温度维持不变,试计算加遮热板后这两块平板之间的辐射换热量。

加入遮热板后,辐射网络由四个表面热阻和两个空间热阻组成



$$\frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1} = \frac{1-\varepsilon_3}{\varepsilon_3} = \frac{1-0.8}{0.8} = 0.25$$

$$\frac{1}{A} = 1$$

$$\frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_2} = \frac{1-0.1}{0.1} = 9$$

总热阻: $R = 0.25 + 1 + 9 + 9 + 1 + 0.25 = 20.5$

$$\Phi = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{R} = \frac{5.67 \times 10^{-8} \times (673^4 - 323^4)}{20.5} = 537.30 \text{ W/m}^2$$

11-14 两块面积均为 1 m^2 、表面发射率均为 0.9 的正方形平板(图 11-38), 平行对应地放置在一大房间之中, 两板之间的距离为 1 m , 两板背面绝热。两块平板的温度分别为 500°C 和 200°C , 房间的表面温度为 20°C , 试计算每块平板的净辐射换热热量。

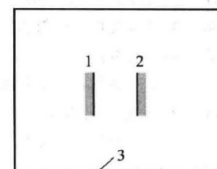


图 11-38 习题 11-14 附图

$$x = \frac{a}{h} = \frac{1}{1} = 1, \quad y = \frac{b}{h} = \frac{1}{1} = 1$$

$$X_{1,2} = \frac{2}{\pi xy} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{(1+x^2)(1+y^2)}{1+x^2+y^2} - x \arctan x + x \sqrt{1+y^2} \arctan \frac{x}{\sqrt{1+y^2}} - y \arctan y + y \sqrt{1+x^2} \arctan \frac{y}{\sqrt{1+x^2}} \right]$$

$$= 0.2$$

σT^4

$$\Phi_{1,2} = \varepsilon_1 \varepsilon_2 A_1 X_{1,2} (E_{b1} - E_{b2}) = 0.9 \times 0.9 \times 1 \times 0.2 \times 5.67 \times 10^{-8} (773^4 - 473^4) = 2819.79 \text{ W}$$

$$X_{2,1} = X_{1,2} = 0.2$$

$$\Phi_{1,3} = \varepsilon_1 A_1 X_{1,3} (E_{b1} - E_{b3}) = 0.9 \times 1 \times 0.8 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (773^4 - 293^4) = 14274.96 \text{ W}$$

$$X_{1,2} + X_{1,3} = 1$$

\downarrow

$$X_{1,3} = X_{2,3} = 0.8$$

$$\Phi_{2,3} = \varepsilon_2 A_2 X_{2,3} (E_{b2} - E_{b3}) = 0.9 \times 1 \times 0.8 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (473^4 - 293^4) = 1742.56 \text{ W}$$

$$\text{板1的净辐射热量: } \Phi_1 = \Phi_{1,2} + \Phi_{1,3} = 2819.79 + 14274.96 = 17094.75 \text{ W}$$

$$\text{板2的净辐射热量: } \Phi_2 = -\Phi_{1,2} + \Phi_{2,3} = -2819.79 + 1742.56 = -1077.23 \text{ W}$$

11-17 一建筑物的屋顶覆盖一层镀锌铁皮, 其表面对太阳投入辐射的吸收比为 0.5, 自身发射率 0.2。如果夏天中午太阳的投入辐射为 1000 W/m^2 , 室外空气温度为 35°C , 有风天空气与屋顶表面对流换热的表面传热系数为 $20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 。假设铁皮下面绝热良好, 试确定铁皮的温度。

铁皮向外的辐射换热热量:

$$\Phi_{1,2} = \varepsilon_1 \sigma_b T_1^4 = 0.2 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (273 + t)^4$$

屋顶与气体的对流换热热量:

$$\Phi_{1,3} = h(t - t_f) = 20 \times (t - 35)$$

单位面积屋顶接收的太阳辐射热量:

$$\Phi_{1,4} = 0.5 \times 1000 = 500 \text{ W/m}^2$$

由热平衡可得:

$$\Phi_{1,3} + \Phi_{1,2} = \Phi_{1,4}$$

$$0.2 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (273 + t)^4 + 20 \times (t - 35) = 500$$

$$t = 53.56^\circ\text{C}$$