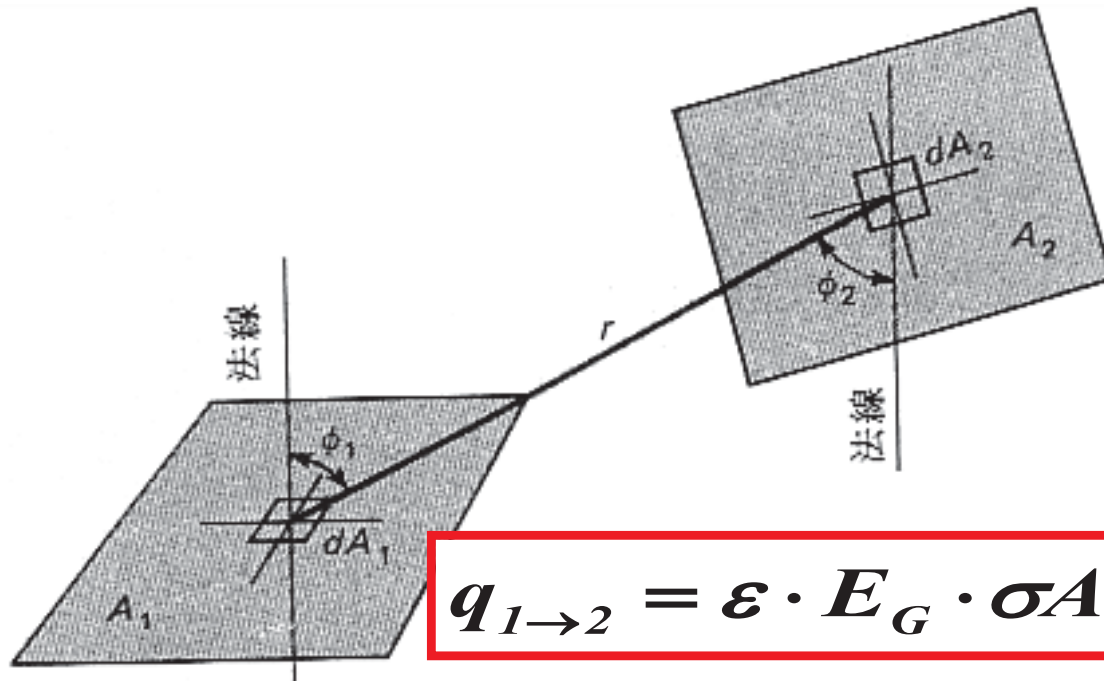


問題4-1

- 面積および温度がそれぞれ $A=0.05\text{m}^2$ 、 $T_1=400\text{K}$ の黒体面1から、単位時間に黒体面2に吸収されるエネルギーを計算しなさい。ただし、形態係数を、 $E_G = 0.1$ とする。



ステファン-ボルツマン係数:
 $\sigma = 5.669 \times 10^{-8} (\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

ε : 輻射率 (黒体の場合 = 1)

$$q_{1 \rightarrow 2} = \varepsilon \cdot E_G \cdot \sigma A T_1^4$$

問題4-2

炉からのふく射を観察できるように一辺が30(cm)の正方形のガラス窓がある。ガラスの透過率は波長が0.2(μm)から3.5(μm)までは0.5であり、それ以外では零ある。射出率は3.5(μm)までは0.3でそれ以上では0.9とする。炉は温度2000($^{\circ}\text{C}$)の黒体であるとして、ガラスに吸収されるエネルギーおよびガラスを透過するエネルギーを求めよ。

問題4-3

(ふく射が温度測定に与える影響)

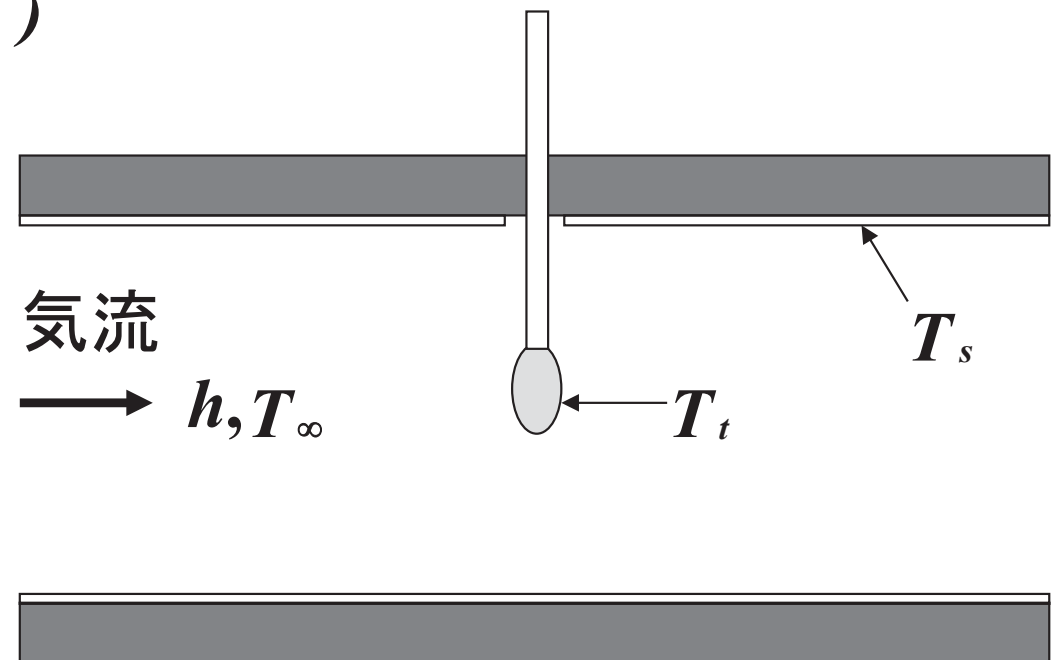
ガラス管の中に入った水銀温度計(輻射率 $\varepsilon=0.9$)が金属でできた管内に釣り上げられて、 20°C の温度を示している。管内壁は断熱が悪く 5°C である。

温度計の熱伝達率 h の値は $8.3\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ とみなす。

このとき真の室温はいくらか。

ただし、ステファーン-ボルツマン係数を、以下とする。

$$\sigma = 5.669 \times 10^{-8} (\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$$



回答の方針4-3

$$hA(T_{\infty} - T_t) = \sigma A \varepsilon (T_t^4 - T_s^4)$$

$T_t = 20^{\circ}\text{C} = \square \text{K}$, $T_s = 5^{\circ}\text{C} = \square \text{K}$ の数値を代入すると

$$\square (T_{\infty} - \square) = \square (\square - \square)$$

ゆえに

$$T_{\infty} = \square$$

本問のような簡単な例でも、温度計の誤差は $\square^{\circ}\text{C}$ もあることになる。

回答4-1

$$\begin{aligned} q_{1 \rightarrow 2} &= \varepsilon \cdot E_G \cdot \sigma A T_1^4 \\ &= 1.0 \times 0.1 \times (5.668 \times 10^{-8}) \times 0.05 \times (400)^4 \\ &= 7.255 (W) \end{aligned}$$

回答4-2

$$T = 2000^{\circ}\text{C} = 2273\text{K}$$

$$\lambda_1 T = (0.2)(2273) = 454.6\mu\text{m} \cdot \text{K}$$

$$\lambda_2 T = (3.5)(2273) = 7955.5\mu\text{m} \cdot \text{K}$$

$$A = (0.3)^2 = 0.09\text{m}^2$$

であるから、輻射関数表より

$$\frac{E_{b_0-\lambda_1}}{\sigma T^4} = 0 \quad \frac{E_{b_0-\lambda_2}}{\sigma T^4} = 0.85443$$

$$\sigma T^4 = (5.669 \times 10^{-8})(2273)^4 = 1513.3\text{kW}/\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} 0.2\mu\text{m} < \lambda < 3.5\mu\text{m} \text{での全入射エネルギー} &= (1.5133 \times 10^6)(0.85443 - 0)(0.3)^2 \\ &= 116.4\text{kW} \end{aligned}$$

回答4-2(続き)

$$\text{全透過エネルギー} = (0.5)(116.5) = 58.2kW$$

$$\text{吸収ふく射量} = (0.3)(116.4) = 34.92kW$$

($0 < \lambda < 3.5\mu m$ の場合)

$$= (0.9)(1 - 0.85443)(1513.3)(0.09) = 17.84kW$$

($3.5\mu m < \lambda < \infty$ の場合)

$$\text{全吸収エネルギー} = 34.92 + 17.84 = 52.76kW$$

回答4-3

$$hA(T_{\infty} - T_t) = \sigma A \varepsilon (T_t^4 - T_s^4)$$

$T_t = 20^{\circ}\text{C} = 293\text{K}$, $T_s = 5^{\circ}\text{C} = 278\text{K}$ の数値を代入すると

$$(8.3)(T_{\infty} - 293) = (5.669 \times 10^{-8})(0.9)(293^4 - 278^4)$$

ゆえに $T_{\infty} = 301.6\text{K} = 28.6^{\circ}\text{C}$

本問のような簡単な例でも、温度計の誤差は 8.6°C もあることになる。

