Transmissão de calor

Aula prática Nº 8

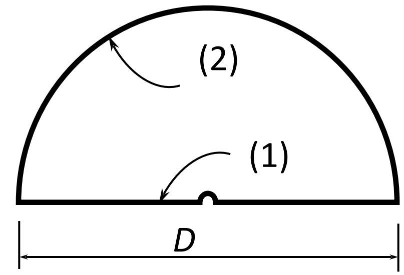
Aula Prática-8

- Factor de Forma
- Radiosidade

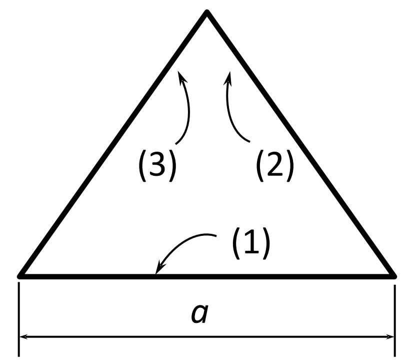
Problema -22.1(I)

Pretende-se determine dois factores de forma associados a três condutas longas de geometrias diferentes, apresentadas na figura.

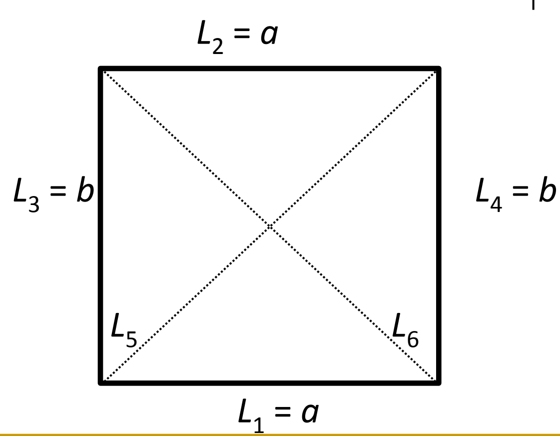
a)



b)



c)

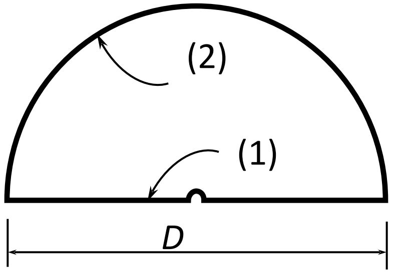


Problema -22.1 (Resolução I)

Assume-se:

As Superfície são emissores difusos

a) Superfície (1) é plana portanto, $F_{11} = 0$



Regra de somatório:

$$F_{11} + F_{12} = 1 \rightarrow F_{12} = \mathbf{1}$$

Da regra de reciprocidade:

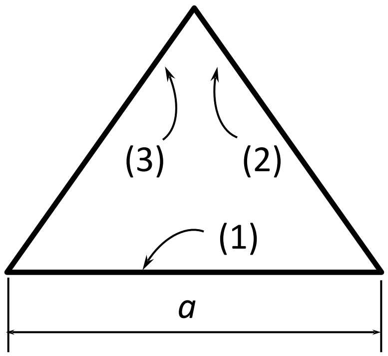
$$A_1 F_{12} = A_2 F_{21} \longrightarrow F_{21} = \frac{A_1}{A_2} F_{12} = \frac{Ds}{\left(\frac{\pi D}{2}\right) s}(1) = \frac{2}{\pi} = \mathbf{0.64}$$

Problema -22.1 (Resolução II)

b) Note que a superfície 2 e 3 são simétricas, portanto:

$F_{12} = F_{13}$, e da regra de somatório

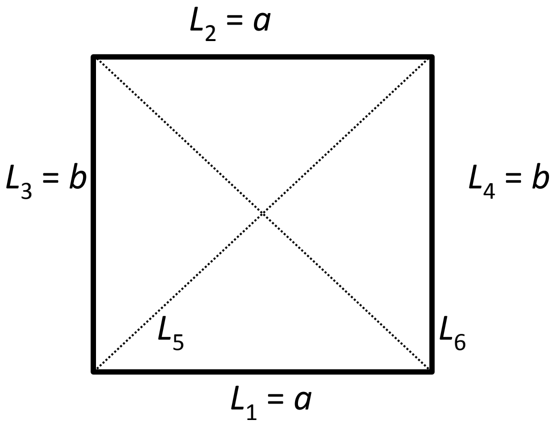
$$F_{11} + F_{12} + F_{13} = 1 \longrightarrow 0 + F_{12} + F_{13} = 1 \longrightarrow F_{12} = \mathbf{0.5}$$



c) Do método de diagonais cruzadas:

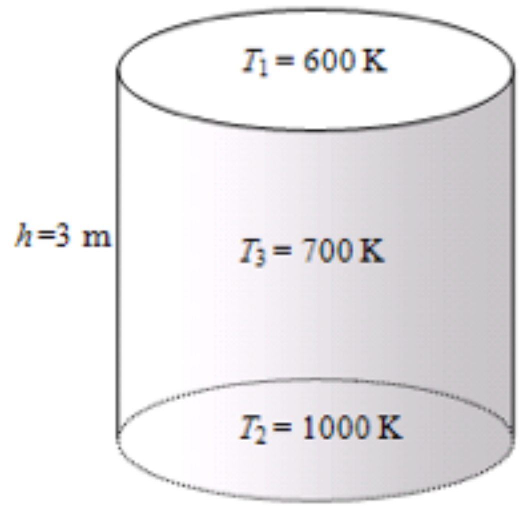
$$F_{12} = F_{21} = \frac{(L_5 + L_6) - (L_3 + L_4)}{2L_1}$$

$$= \frac{2\sqrt{a^2 + b^2} - 2b}{2a} = \frac{\sqrt{\mathbf{a}^2 + \mathbf{b}^2} - \mathbf{b}}{\mathbf{a}}$$



Problema -22.2 (I)

As superfícies de um forno cilíndrico de 1,8 m de raio, são mantidas a temperatura uniforme. Considerando as superfícies, corpos negros e de acordo com os dados da figura, determine a taxa de radiação emitida a partir da base para as outras superfícies. O factor de forma entre a base e a superfície lateral é de 0,45.



Problema -22.2 (Resolução I)

Assume-se:

1. Condições de regime estacionário;
2. As superfícies são corpos negros;
3. Despreza-se a troca de calor por convecção.

Propriedades: a emissividade de todas as superfícies é $\varepsilon = 1$. Considera-se o forno um corpo fechado. Sendo todas as superfícies negras, a radiosidade é igual ao poder emissivo das superfícies e a taxa de radiação pode ser determinada por:

$$\dot{Q} = A_2 F_{21} \sigma (T_2^{\,4} - T_1^{\,4}) + A_2 F_{23} \sigma (T_2^{\,4} - T_3^{\,4})$$

$$A_2 = \pi r^2 = \pi (1{,}8\,\mathrm{m})^2 = 10{,}2\ \mathrm{m}^2$$

Problema -22.2 (Resolução II)

Sendo o cilindro um invólucro.

$$F_{22} + F_{21} + F_{23} = 1$$

$$F_{22} = 0 \rightarrow F_{21} = 1 - 0{,}45 = 0{,}55$$

E a taxa de radiação emitida será:

$$\dot{Q} = A_2 F_{21} \sigma (T_2^{\ 4} - T_1^{\ 4}) + A_2 F_{23} \sigma (T_2^{\ 4} - T_3^{\ 4})$$

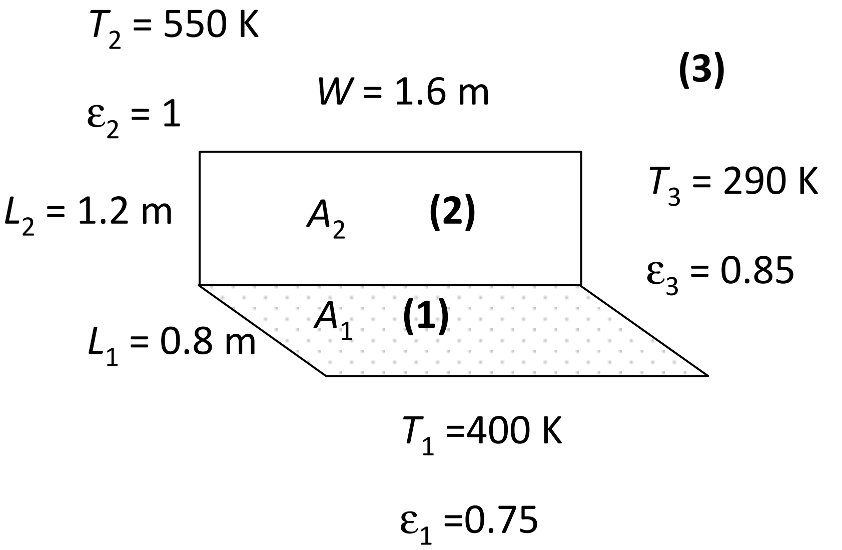
$$\dot{Q} = (10{,}2\ \mathrm{m}^2)(5{,}67 \times 10^{-8}\ \mathrm{W/m^2.K^4})\left[0{,}55(1000^4\ \mathrm{K} - 600^4\ \mathrm{K}) + 0{,}45(1000^4\ K - 700^4\ K)\right]$$

$$\dot{Q} = 57{,}834x10^{-8}(0{,}55x870{,}4x10^8 - 0{,}45x759{,}9x10^8)$$

$$\dot{Q} = 57{,}834(478{,}72 - 341{,}96) = 7909{,}37\ W$$

Problema -22.3 (I)

Duas superfícies rectangulares e perpendiculares com uma aresta comum, são mantidas a uma temperatura especificada. Pretende-se determinar a taxa de radiação entre as duas superfícies e a taxa de radiação que superfície horizontal emite para o ambiente.



Problema -22.3 (Resolução I)

Assume-se:

1.Condições de regime estacionário;
2.As superfícies são opacas, difusas e cinzas;
3.Despreza-se a troca de calor por convecção.

As emissividades da superfície horizontal e do ambiente são $\varepsilon_1 = 0.75$ e $\varepsilon_3 = 0.85$ respectivamente. Consideremos que o sistema é composto por três superfícies anexas.

O factor de forma da superfície 1 para 2 determina-se de.

$$\left.\begin{aligned} \frac{L_1}{W} &= \frac{0.8}{1.6} = 0.5 \\ \frac{L_2}{W} &= \frac{1.2}{1.6} = 0.75 \end{aligned}\right\} F_{12} = 0.27$$

Problema -22.3 (Resolução II)

As áreas determinam-se de:

$$A_1 = (0.8\,\text{m})(1.6\,\text{m}) = 1.28\,\text{m}^2$$

$$A_2 = (1.2\,\text{m})(1.6\,\text{m}) = 1.92\,\text{m}^2$$

A área do ambiente determina-se assumindo que este tem a forma de superfícies planas anexas às superfícies 1 e 2.

$$A_3 = 2\times\frac{1.2\times0.8}{2} + \sqrt{0.8^2+1.2^2}\times1.6 = 3.268\,\text{m}^2$$

Da regra de reciprocidade:

$$A_1F_{12} = A_2F_{21} \longrightarrow (1.28)(0.27) = (1.92)F_{21} \longrightarrow F_{21} = 0.18$$

Problema -22.3 (Resolução III)

Da regra de somatório:

$$F_{11} + F_{12} + F_{13} = 1 \longrightarrow 0 + 0.27 + F_{13} = 1 \longrightarrow F_{13} = 0.73$$

$$F_{21} + F_{22} + F_{23} = 1 \longrightarrow 0.18 + 0 + F_{23} = 1 \longrightarrow F_{23} = 0.82$$

Da regra de reciprocidade:

$$A_1 F_{13} = A_3 F_{31} \longrightarrow (1.28)(0.73) = (3.268) F_{31} \longrightarrow F_{31} = 0.29$$

$$A_2 F_{23} = A_3 F_{32} \longrightarrow (1.92)(0.82) = (3.268) F_{32} \longrightarrow F_{32} = 0.48$$

A radiosidade de cada superfície determina-se de:

$$\sigma T_1^4 = J_1 + \frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1}\left[F_{12}(J_1 - J_2) + F_{13}(J_1 - J_3)\right]$$

Problema -22.3 (Resolução IV)

Superfície 1.

$$\sigma T_1^4 = J_1 + \frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1}\left[F_{12}(J_1 - J_2) + F_{13}(J_1 - J_3)\right]$$

$$(5.67\times10^{-8}\ \mathrm{W/m^2.K^4})(400\ \mathrm{K})^4 = J_1 + \frac{1-0.75}{0.75}\left[0.27(J_1 - J_2) + 0.73(J_1 - J_3)\right]$$

Superfície 2.

$$\sigma T_2^4 = J_2 \longrightarrow (5.67\times10^{-8}\ \mathrm{W/m^2.K^4})(550\ \mathrm{K})^4 = J_2$$

Superfície 3.

$$\sigma T_3^4 = J_3 + \frac{1-\varepsilon_3}{\varepsilon_3}\left[F_{31}(J_3 - J_1) + F_{32}(J_3 - J_2)\right]$$

$$(5.67\times10^{-8}\ \mathrm{W/m^2.K^4})(290\ \mathrm{K})^4 = J_3 + \frac{1-0.85}{0.85}\left[0.29(J_1 - J_2) + 0.48(J_1 - J_3)\right]$$

Problema -22.2 – Resolução (V)

Calculando o sistema de equações resulta:

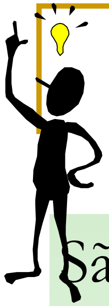
$$J_1 = 1587\ \mathrm{W/m^2},\quad J_2 = 5188\ \mathrm{W/m^2},\quad J_3 = 811.5\ \mathrm{W/m^2}$$

E a taxa de radiação emitida da superfície 1 para 2 será:

$$\dot{Q}_{21} = -\dot{Q}_{12} = -A_1 F_{12}(J_1 - J_2) = -(1.28\ \mathrm{m^2})(0.27)(1587 - 5188)\mathrm{W/m^2} = \mathbf{1245\ W}$$

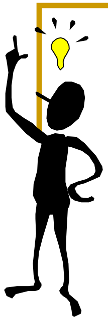
E da superfície 1 para o ambiente:

$$\dot{Q}_{13} = A_1 F_{13}(J_1 - J_3) = (1.28\ \mathrm{m^2})(0.73)(1587 - 811.5)\mathrm{W/m^2} = \mathbf{725\ W}$$



Trabalho Para Casa 07 (I)

São colocadas chapas finas idênticas de alumínio, com emissividade 0,1 em ambos os lados, entre duas grandes placas paralelas, que são mantidas a temperatura uniforme de T_1 = 1000ºC e T_2 = 200 ºC e têm a emissividade de $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0{,}2$. Investigue os efeitos do número de folhas de alumínio e da emissividade das placas na taxa líquida de transferência de calor por radiação entre as duas placas, fazendo o número de folhas de alumínio variar de 1 a 15 e a emissividade das placas de 0,2 a 1,6 com o passo de 0,1.



Trabalho Para Casa 07 (II)

Trace o gráfico da variação da taxa de transferência de calor por radiação, em função da quantidade de folhas de alumínio e da emissividade das placas para o número fixo de 5 folhas de alumínio. Comente os resultados.