

EXEMPLO 2-4 Resfriamento de uma esfera de metal quente no ar

Uma esfera metálica de raio R é aquecida em um forno até a temperatura de $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ e retirada para resfriar em temperatura ambiente $T_{\infty} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ por convecção e radiação (Fig. 2-19). Sabe-se que a condutividade térmica do material que compõe a esfera varia linearmente com a temperatura. Considerando que a esfera é resfriada uniformemente em toda superfície externa, obtenha a equação diferencial que descreve a variação da temperatura da esfera durante o resfriamento.

SOLUÇÃO Uma esfera metálica aquecida é deixada em temperatura ambiente para ser resfriada. Determinar a equação diferencial para a variação de temperatura no interior da esfera.

Análise A esfera encontra-se inicialmente a uma temperatura uniforme e é resfriada uniformemente ao longo de toda a superfície externa. Além disso, a temperatura em qualquer ponto da esfera muda com o tempo durante o resfriamento. Logo, é um problema de condução de calor transiente unidimensional, com temperatura na esfera variando com a distância radial r e com o tempo t , ou seja, $T = T(r, t)$.

Como a condutividade térmica é variável e não há geração de calor na esfera, a equação diferencial para variação de temperatura, nesse caso, pode ser obtida a partir da Eq. 2-30, considerando que o termo de geração de calor é igual a zero. Assim, obtemos

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 k \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}$$

que é a equação de condução de calor transiente unidimensional em coordenadas esféricas sob condições de condutividade térmica variável e ausência de geração de calor.

Discussão Observe novamente que as condições na superfície externa da esfera não influenciam a equação diferencial.

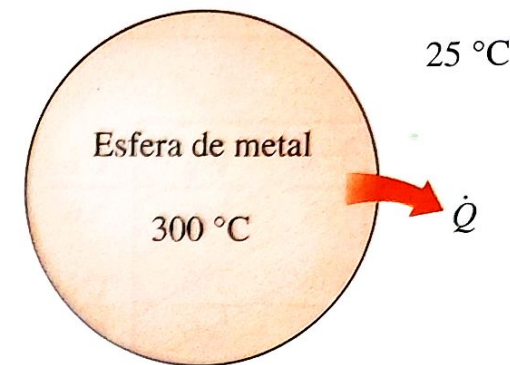


FIGURA 2-19 Esquema para o Exemplo 2-4.