

---

PAUTA P1 C1 - ME43B

**1.- Aislamiento de un tubo.** La temperatura superficial exterior de un tubo de 15 cm de diámetro exterior es de 400 °C. Se desea aislarlo para que la temperatura exterior no sobrepase los 50 °C. Se propone aislarlo con dos capas de material: un material aislante resistente a alta temperatura, seguido por uno más barato con una temperatura de trabajo máxima de 200 °C. La superficie exterior del aislamiento se expone a aire a 30 °C con un coeficiente convectivo de 10 W/m<sup>2</sup>K. Determine el espesor de los materiales aislantes. La conductividad del material más resistente a la temperatura es de 0.18 W/mK y la del material para baja temperatura es de 0.036 W/mK.

**Solución**

Datos:

- T1 = 400 °C; T2 = 200 °C; T3 = 50 °C; T4 = 30 °C
- r1 = 7.5 cm; h = 10 W/m<sup>2</sup>K; k1 = 0.18 W/mK; k2 = 0.036 W/mK

Calor por unidad de largo:

$$\frac{Q}{L} = \frac{2\pi k_1(T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} = \frac{2\pi k_2(T_2 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)} = 2\pi r_3 h(T_3 - T_4) \quad (1)$$

1 = 2 →

$$\rightarrow \frac{k_1(T_1 - T_2)}{k_2(T_2 - T_3)} = \frac{0.18 \cdot 200}{0.036 \cdot 150} = 6.67 = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)} \quad (2)$$

$$\rightarrow \ln r_2 - (\ln r_1 = -2.59) = 6.67(\ln r_3 - \ln r_2) \quad (3)$$

$$\rightarrow \ln r_2 = 0.87 \ln r_3 - 0.038 \quad (4)$$

2 = 3 →

$$\rightarrow \frac{k_2(T_2 - T_3)}{h(T_3 - T_4)} = \frac{0.036 \cdot 150}{10 \cdot 20} = 0.027 = r_3(\ln r_3 - \ln r_2) \quad (5)$$

Reemplazando (4) en (5):

$$\rightarrow 0.027 = r_3(\ln r_3 - 0.87 \ln r_3 + 0.338) \quad (6)$$

$$\rightarrow 0.027 = r_3(0.13 \ln r_3 + 0.338) \quad (7)$$

Ecuación trascendental cuya solución es r3 = 20.5 cm → r2 = 17.9 cm. Esto significa que los espesores requeridos son: e1 = 10.4 cm para el aislante interno y e2 = 2.6 cm para el aislante externo.