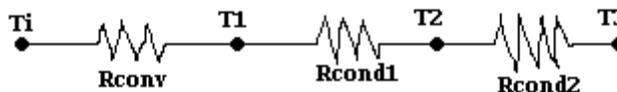
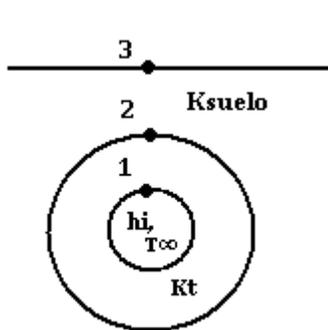


EJERCICIO 2

En un hotel en el estado Mérida, el sistema de calefacción de las cabañas consiste en hacer pasar agua caliente por una tubería enterrada en el suelo de la habitación. La tubería es de acero comercial ($K = 20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) de 5cm de diámetro interno (espesor 2mm) y transporta agua a 80°C (promedio) con un coeficiente convectivo $h = 50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. La tubería está enterrada a 20cm de profundidad (medido desde la superficie de la tubería), en un suelo de propiedades promedio $K_{\text{suelo}} = 1,4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

a) ¿Qué cantidad de calor debe suministrar el agua por metro de tubería, para mantener la superficie del piso a 20°C en estado estable?

SOLUCIÓN



Se conocen los siguientes datos:

- | | |
|---|--|
| $T_3 = 20^\circ\text{C}$ | $D_{\text{int}} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ |
| $K_{\text{suelo}} = 1,4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ | $E = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$ |
| $K_t = 20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ | $T_\infty = 80^\circ\text{C}$ |
| $h_i = 50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | |

Se pide : $\dot{Q} / L_{\text{tubería}} \rightarrow L = 1 \text{ m}$

Se supone que es sistema es aislado bajo la tubería, es decir que R_{contacto} entre el tubo y el suelo = 0

Entonces :

$$\dot{Q} = \frac{T_\infty - T_3}{R_{\text{total}}} \quad (1)$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{convección}} + R_{\text{conducción1}} + R_{\text{conducción2}} \quad (2)$$

$$R_{\text{convección}} = \frac{1}{h_{\text{int}} \cdot A_{\text{int}}} ; R_{\text{conducción1}} = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot K_t} ; R_{\text{conducción2}} = \frac{1}{K_{\text{suelo}} \cdot S}$$

$$S = \frac{2 \cdot \pi \cdot L}{\ln\left(\frac{4Z}{D_{\text{ext}}}\right)} ; \text{ si } L \gg D_{\text{ext}} \rightarrow 1 \gg 0,054 \quad , \quad Z > 3D/2 \rightarrow 0,227 > 0,081$$

Se tiene entonces, de la ecuación (2) :

$$R_{total} = \frac{1}{50 \cdot (0,05 \cdot \pi \cdot 1)} + \frac{\ln\left(\frac{0,027}{0,025}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 20} + \frac{1}{1,4 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 1}{\ln\left(\frac{4 \cdot 0,027}{0,054}\right)}} = 0,4488 \text{ K/W}$$

Sustituyendo en la ecuación (1) :

$$\dot{Q} = \frac{80 - 20}{0,4488} = 133,7 \text{ W} \quad \text{Calor por metro de tubería!!!}$$