

INGENIERÍA TÉRMICA

Problema 3- SOLUCIÓN (20 puntos)

19 de enero de 2018
Duración: 40 minutos

1) Cálculo de la temperatura de la superficie interior de la cubierta (7 puntos):

Datos:

$$e \text{ (espesor)} = 0.05 \text{ [m]}$$

$$\alpha \text{ (absortividad)} = 0.8$$

$$\varepsilon \text{ (emisividad)} = 0.9$$

$$\lambda \text{ (conduct. térmica)} = 1 \text{ [W/m} \cdot \text{K]}$$

$$q_{\text{incid,sol}} = 700 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$T_{\text{aire}} = 14 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{sup,ext}} = 28 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$h \text{ (coeficiente de convección)} = 25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$T_{\text{alr}} = 28 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Cálculo de la temperatura superficial interior de la cubierta:

$$q_{\text{abs}} = q_{\text{incid,sol}} \cdot \alpha$$

$$q_{\text{conv}} = h \cdot (T_{\text{aire}} - T_{\text{sup,ext}})$$

$$q_{\text{cond}} = \lambda \cdot (T_{\text{sup,ext}} - T_{\text{sup,int}}) / e$$

$$q_{\text{rad}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{\text{sup,ext}}^4 - T_{\text{alr}}^4) = 0 \text{ (se cancela, ya que las temperaturas son iguales)}$$

$$q_{\text{abs}} + q_{\text{conv}} = q_{\text{cond}}$$

$$q_{\text{incid,sol}} \cdot \alpha + h \cdot (T_{\text{aire}} - T_{\text{sup,ext}}) = \lambda \cdot (T_{\text{sup,ext}} - T_{\text{sup,int}}) / e$$

$$T_{\text{sup,int}} = T_{\text{sup,ext}} - (q_{\text{incid,sol}} \cdot \alpha + h \cdot (T_{\text{aire}} - T_{\text{sup,ext}})) \cdot e / \lambda$$

$$T_{\text{sup,int}} = 28 - (700 \cdot 0.8 + 25 \cdot (14 - 28)) \cdot 0.05 / 1$$

$$T_{\text{sup,int}} = \mathbf{17.5 \text{ [}^\circ\text{C]}}$$

2) Cálculo de la temperatura de la superficie interior de la cubierta para una conductividad de 1.5 [W/m K]. Se ha conseguido el objetivo buscado? (indicar sí/no y por qué una mayor conductividad ha podido ayudar o no a conseguir el objetivo) (3 puntos):

Mismo planteamiento y datos climáticos que el apartado uno, pero variando el valor de la conductividad térmica ($\lambda = 1.5 \text{ [W/m} \cdot \text{K]}$):

$$T_{\text{sup,int}} = 28 - (700 \cdot 0.8 + 25 \cdot (14 - 28)) \cdot 0.05 / 1.5$$

$$T_{\text{sup,int}} = \mathbf{21 \text{ [}^\circ\text{C]}}$$

Sí que se ha conseguido el objetivo, gracias a que al aumentar la conductividad térmica de la cubierta, a iguales condiciones, se aumenta la cantidad de calor absorbido por conducción hacia el interior de la cubierta.

3) Cálculo de la temperatura de la superficie exterior de la cubierta de la cabaña bajo condiciones nocturnas (7 puntos):

Temperaturas nocturnas:

$$T_{aire} = 5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{sup,int} = 18 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{alr} = -10 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

En este caso la radiación solar incidente desaparece, y en el balance se incluye el intercambio de calor por radiación con los alrededores

$$q_{\dot{c}ond} = \lambda \cdot (T_{sup,int} - T_{sup,ext})/e$$

$$q_{\dot{c}onv} = h \cdot (T_{sup,ext} - T_{aire})$$

$$q_{\dot{rad}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{sup,ext}^4 - T_{alr}^4)$$

$$q_{\dot{c}ond} = q_{\dot{rad}} + q_{\dot{c}onv}$$

$$\lambda \cdot \frac{T_{sup,int} - T_{sup,ext}}{e} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{sup,ext}^4 - T_{alr}^4) + h \cdot (T_{sup,ext} - T_{aire})$$

Reordenando y sustituyendo los valores:

$$289.37 - 1.134 \cdot 10^{-9} \cdot T_{sup,ext}^4 = T_{sup,ext}$$

Iterando:

$$T_{sup,ext} = 282.2 \text{ [K]} = 9.05 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

4. *Cómo podríamos variar las propiedades/ geometría de la cubierta para disminuir las pérdidas de calor desde la cabaña hacia el exterior? (3 puntos)*

Se podría aumentar el espesor de la cubierta, disminuir su conductividad térmica y/o disminuir la emisividad de la superficie de la misma