

## 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**