

Ejemplo 1.3. El parabrisas de un automóvil es desempañado haciendo pasar aire a  $40^{\circ}\text{C}$  sobre su superficie interna, el  $h$  asociado a la superficie interna es,  $h_i = 30 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ . Bajo condiciones en las cuales la temperatura externa del aire es de  $-10^{\circ}\text{C}$  y su  $h_o = 65 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ . ¿ Cuales son las temperaturas internas y externas del parabrisas.? El espesor del parabrisas es de 4 mm.

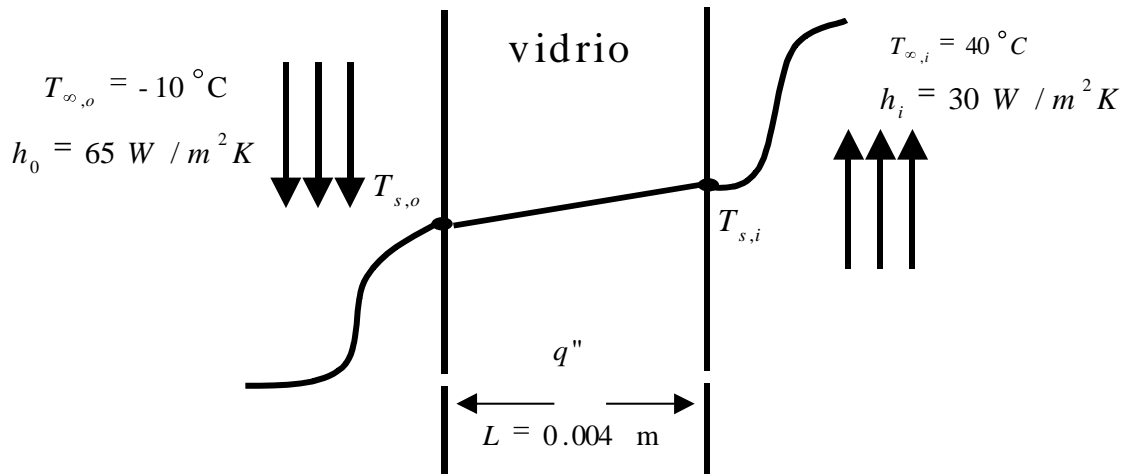


Figura 1.18 Esquema del problema 1.3

Datos

$$K = 1,4 \text{ W / m}^{\circ}\text{K} \text{ ( vidrio )}$$

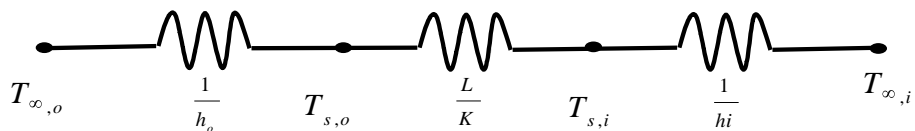


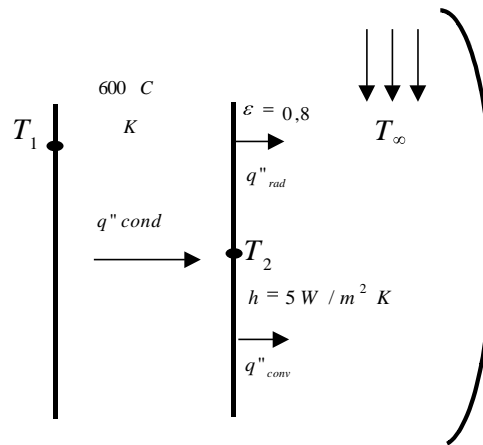
Figura 1.19 Circuito eléctrico análogo para el ejemplo 1.3

$$q'' = \frac{T_{\infty,i} - T_{\infty,o}}{\frac{1}{h_o} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_i}} = \frac{40 - (-10)}{\frac{1}{65} + \frac{0.004}{1,4} + \frac{1}{30}} = 968 \text{ W / m}^2$$

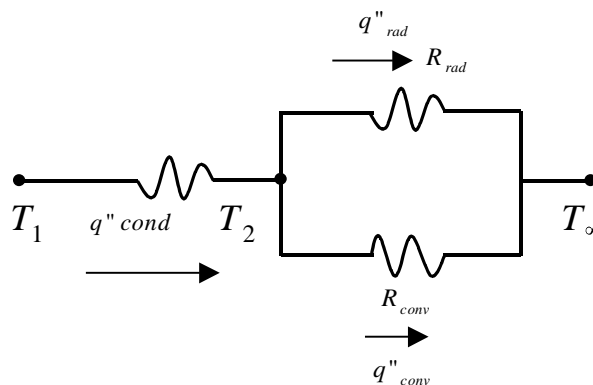
$$T_{s,i} = T_{\infty,i} - \frac{q''}{hi} = 40^{\circ}\text{C} - \frac{968}{30} = 7,7^{\circ}\text{C}$$

$$T_{s,o} = T_{\infty,o} + \frac{q''}{ho} = -10^{\circ}\text{C} + \frac{968}{65} = 4,89^{\circ}\text{C}$$

**Ejemplo 1.4** Una placa de vidrio a  $600^{\circ}\text{C}$  es enfriada haciendo pasar aire sobre una superficie tal que el coeficiente de transferencia de calor  $h = 5\text{ W / m}^2\text{ K}$ . Para prevenir que el vidrio se rompa se conoce que el gradiente de temperatura no debe exceder de  $15^{\circ}\text{C / mm}$  en cualquier punto del vidrio durante el proceso de enfriamiento. Si la conductividad térmica del vidrio es de  $1,4\text{ W / mK}$  y la emisividad de la superficie es 0,8. ¿Cuál es la menor temperatura del aire que puede emplearse en el proceso?



**Figura 1.20. Esquema del Ejemplo 1.4**



**Figura 1.21 Circuito eléctrico análogo al Ejemplo 1.4**

$$q''_{cond} = k \frac{dT}{dx} = 1,4 \cdot 15 \cdot 1000 \text{ mm} / \text{m} = 21000 \text{ W} / \text{m}^2$$

$$q''_{cond} = q''_{rad} + q''_{conv}$$

$$q''_{rad} = \varepsilon \sigma (T_2^4 - T_\infty^4)$$

$$q''_{conv} = h (T_2 - T_\infty)$$

$$21000 = 0,8 \cdot 5,67 \times 10^{-8} ((600 + 273)^4 - T_\infty^4) + 5((600 + 273) - T_\infty)$$

Resolviendo por ensayo y error se tiene finalmente:

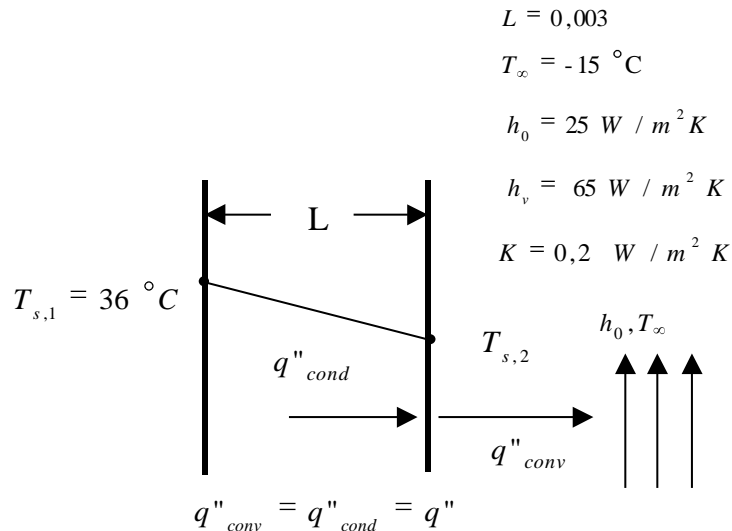
$$T_\infty = 618.12 \text{ K} \quad (346^\circ \text{C})$$

**Ejemplo 1.5** El factor de enfriamiento debido al viento, el cual es experimentado en un día frío y con viento esta relacionado con el incremento de la transferencia de calor desde la piel humana a los alrededores. Considere una capa de tejido adiposo de 3 mm de espesor ( $k = 0,2 \text{ W} / \text{mK}$ ) y cuya superficie interior esta mantenida a una temperatura de  $36^\circ \text{C}$ . En un día sin viento el coeficiente de transferencia de calor por convección,  $h$ , de la superficie externa es  $25 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ , pero con un viento de 30 Km/h el coeficiente  $h$  se incrementa a  $65 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ . En ambos casos la temperatura ambiente es de  $-15^\circ \text{C}$ .

a.- ¿Cuál es la relación de pérdida de calor por unidad de área desde la piel en un día de calma a un día con viento?

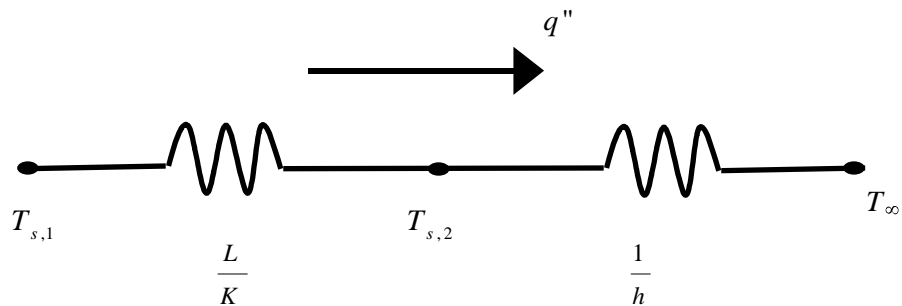
b.- ¿Cuál será la temperatura de la superficie externa de la piel para un día de calma y para un día con viento?

c.- ¿Qué temperatura debiera tener el aire en un día de calma de tal manera que origine la misma pérdida de calor que un día con viento con una temperatura del aire de  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $h = 65\text{ W / m}^2\text{ K}$ ?



**Figura 1.22 Esquema del Ejemplo 1.5**

Solución



**Figura 1.23 Circuito eléctrico análogo para el Ejemplo 1.5**

$$q'' = \frac{T_{s,1} - T_{\infty}}{\frac{L}{K} + \frac{1}{h}}$$

a.-

$$q''_{\text{calma}} = 927,27 \text{ W / m}^2 \text{ ( } h_0 = 25 \text{ W / m}^2 \text{ K)}$$

$$q''_{\text{viento}} = 1678,48 \text{ W / m}^2 \text{ ( } h_v = 65 \text{ W / m}^2 \text{ K)}$$

$$\frac{q''_{\text{calma}}}{q''_{\text{viento}}} = 0,552$$

b.-

$$\text{calma: } T_{s,2} = T_{s,1} - q''_{\text{calma}} \cdot \frac{L}{K} = 22,1^\circ \text{C}$$

$$\frac{L}{K} = 0,015$$

$$\text{viento: } T_{s,2} = T_{s,1} - q''_{\text{viento}} \cdot \frac{L}{K} = 10,82^\circ \text{C}$$

c.-

$$q'' = 1678,48$$

$$h_0 = 25 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$q'' = \frac{T_{s,1} - T_\infty}{\frac{L}{K} + \frac{1}{h}} = 1678,48 \text{ W / m}^2$$

$$T_{s,1} - T_\infty = 92,31$$

$$T_\infty = -56,3^\circ \text{C}$$

Conclusión

El efecto del viento frío es equivalente incrementar  $T_{s,2}$  en  $11,3^\circ \text{C}$  y el  $q$  en 1,81 veces.