

Esercizio TC1 (8+4)

Una sfera di alluminio ($\lambda=240 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $c_p=900 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$; $\rho=2700 \text{ kg/m}^3$) di raggio 5 cm, inizialmente a 20°C , è fatta immergere in acqua a 150°C . Calcolare:

1. in quanto tempo la temperatura della sfera rimane al di sotto di 130°C , assumendo un coefficiente di scambio termico convettivo pari a $45 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$;
2. il calore complessivo acquisito dalla sfera in condizioni di equilibrio termico con l'acqua.

Esercizio TC2 (4+4)

L'estremità di una barra di rame ($\lambda=400 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $c_p=390 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$) di sezione $4 \times 4 \text{ cm}^2$ e lunghezza 10cm, è posta a contatto con una sorgente termica che la mantiene a 90°C . All'altra estremità, è saldata un seconda barra di uguale geometria, ma di alluminio (vedi esercizio precedente). Poiché la temperatura all'estremità finale della barra in alluminio risulta pari a 20°C , calcolare:

1. la potenza termica della sorgente, nell'ipotesi che entrambe le barre siano isolate nel loro sviluppo longitudinale;
2. la temperatura all'estremità riscaldata con la stessa potenza termica di cui al precedente punto, assumendo una resistenza di contatto tra le due facce saldate pari a $0,0003 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

Esercizio TC3 (8)

Il rivestimento di una bottiglia di vetro ($\lambda=1,4 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $c_p=750 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$) conferisce ad essa una emissività pari 0,75. La bottiglia è scaldata a 70°C e quindi esposta al cielo notturno (170K), quando la temperatura dell'aria risulta pari a 14°C e il vento determina un coefficiente di scambio termico convettivo pari a $17 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Trascurando il possibile fenomeno convettivo interno (aria interna), determinare l'iniziale potenza termica scambiata dalla bottiglia, assumendo una superficie pari $0,05 \text{ m}^2$.

Esercizio TC4 (6)

Determinare la conducibilità termica minima per la scelta del materiale con cui produrre una cofanatura di superficie $0,25 \text{ m}^2$ e spessore 0,5 cm, affinché permetta il mantenimento di una temperatura interna pari a 31°C a fronte di una temperatura esterna pari a 0°C , nelle seguenti condizioni:

- sorgente termica interna pari a 30 W;
- coefficiente di scambio termico convettivo interno pari a $5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$;
- coefficiente di scambio termico convettivo esterno pari a $20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$;

Esercizio TC5 (3)

Calcolare il coefficiente di scambio termico convettivo conseguente al raffreddamento con acqua a 20°C sulla superficie di un vetro di spessore pari a 6mm (vedi esercizio precedente), affinché la temperatura della stessa non superi i 45°C , quando la temperatura all'altra superficie sia invece mantenuta a 150°C .

TC1

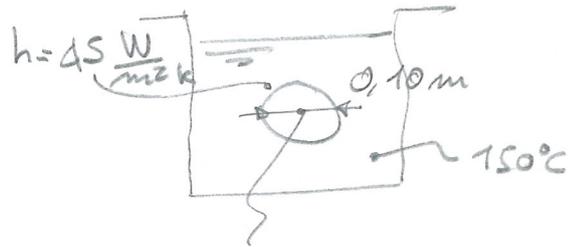
$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$S = 4 \pi r^2$$

$$\Rightarrow L_c = \frac{V}{S} = \frac{r}{3} = 0,01667 \text{ m}$$

$$Bi = \frac{h L_c}{\lambda} = \frac{45 \cdot \frac{0,05}{3}}{240} = 0,00313$$

\Rightarrow È possibile valutare a parametri concentrati



$$T_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 240 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$$

$$c = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$\rho = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$T_{\text{max}} = 130^\circ\text{C}$$

$$\frac{T_{\text{max}} - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-bt} \quad \text{con } b = \frac{h S}{\rho V} = \frac{h}{\rho L_c}$$

$$0,1538 = e^{-1,111 \times 10^{-3} \cdot t}$$

$$= 1,111 \times 10^{-3} \frac{1}{s}$$

$$\Rightarrow t \approx 1685 \text{ s} \rightarrow 28'$$

$$Q = m c_p \Delta T \quad 1,413 \text{ kg}$$

$$= \rho V \cdot c_p \Delta T$$

$$= 165,3 \text{ kJ}$$

TC2

$$\dot{Q} = U \Delta T$$

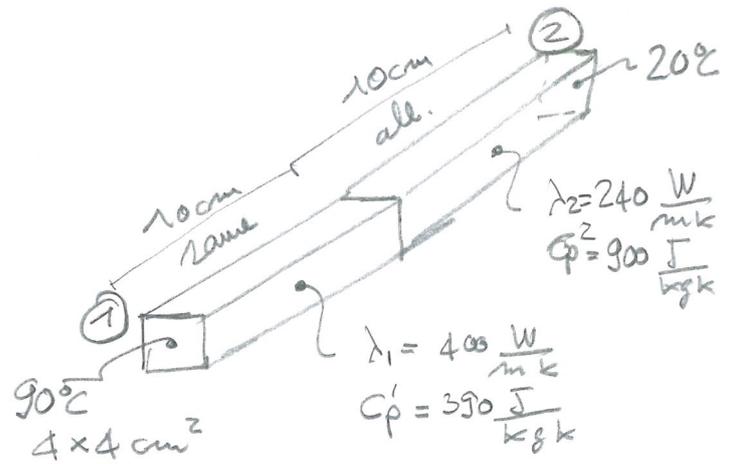
$$A = 1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}}$$
$$= \frac{1}{\frac{0,10}{400} + \frac{0,10}{240}}$$
$$= 1500 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

$$\Rightarrow \dot{Q} = 168 \text{ W}$$

$$U' = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} + R_c}$$
$$= 1034,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

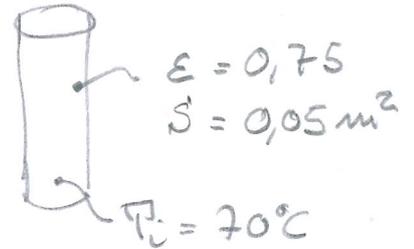
$$\Rightarrow \dot{Q} = U' A \Delta T \quad \Leftrightarrow$$



$$T_1 = T_2 + \frac{\dot{Q}}{U' A} = 121,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TPC 3

$$T_{air} = 14^{\circ}\text{C}$$
$$h = 17 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$



$$\dot{Q}_{TOT} = \dot{Q}_{conv} + \dot{Q}_{irr}$$

$$\dot{Q}_{irr} = \epsilon \sigma \cdot A \cdot (T_i^4 - T_{sky}^4)$$

$$\rightarrow 0,75 \cdot 5,67 \times 10^{-8} \cdot 0,05 \cdot (343,15^4 - 103,15^4)$$

$$\rightarrow 29,2 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{conv} = h A (T_i - T_{air})$$

$$\rightarrow 17,0 \cdot 0,05 \cdot (70 - 14)$$

$$\rightarrow 47,6 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_{TOT} = 76,8 \text{ W}$$

TC 4

$$T_{air} = 0^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q} = U A \Delta T$$

$$\Delta T = T_{in} - T_{air} = 31 \text{ K}$$

$$A = 0,25 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{in}} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{h_{out}}}$$

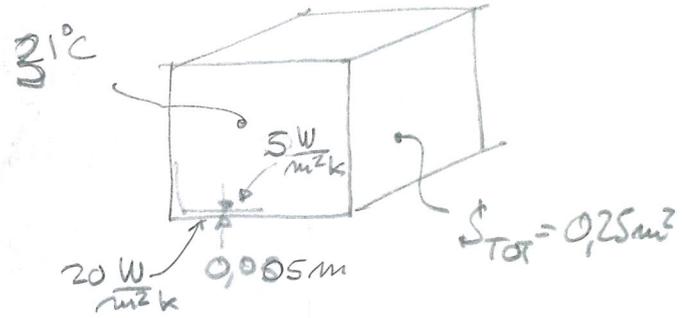
$$\Rightarrow \frac{\dot{Q}}{A \cdot \Delta T} = U \Leftrightarrow \frac{1}{R_{conv}^1 + R_{cond} + R_{conv}^2} = \frac{\dot{Q}}{A \Delta T}$$

$$\Rightarrow R_{conv}^1 + R_{cond} + R_{conv}^2 = \frac{A \Delta T}{\dot{Q}}$$

$$\Rightarrow R_{cond} = \frac{A \Delta T}{\dot{Q}} - R_{conv}^1 - R_{conv}^2$$

$$= 0,00833 \frac{\text{m}^2 \text{ K}}{\text{W}}$$

$$\text{ma } R_{cond} = \frac{s}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{s}{R_{cond}} = 0,6 \frac{\text{W}}{\text{m K}}$$



TC 5

$$\dot{q}_{\text{conv}} = \dot{q}_{\text{cond}}$$

$$h (T_p^1 - T_{\text{water}}) = \frac{\lambda}{\Delta} \cdot (T_p^2 - T_p^1)$$

$$\Rightarrow h = \frac{\lambda}{\Delta} \cdot \frac{T_p^2 - T_p^1}{T_p^1 - T_{\text{water}}}$$

$$= 980 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

