



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Esercitazione 08 - Conduzione

*Esercizio 04* ([link registrazione](#))

**Corso di Fisica Tecnica**  
**a.a. 2019-2020**

***Prof. Gaël R. Guédon***  
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

**8.4.** *[intermedio]* Un tubo metallico di diametro esterno  $D = 50$  mm rivestito con uno strato di isolante avente conduttività termica  $k_i = 0.181$  W/mK, è lambito all'esterno da aria alla temperatura  $T_e = 10$  °C. È noto il coefficiente di scambio convettivo  $h = 3.5$  W/m<sup>2</sup>K. Calcolare:

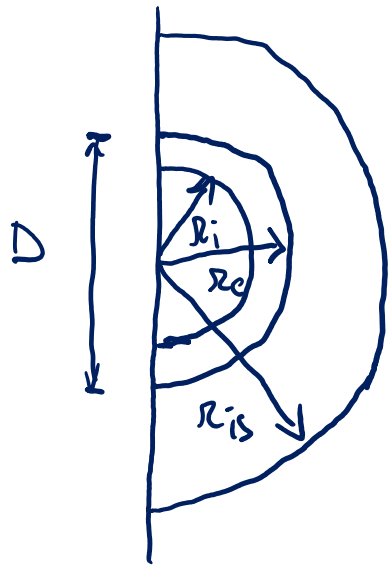
- Il raggio critico di isolamento del tubo;
- La potenza termica per unità di lunghezza dispersa senza isolamento se la temperatura della superficie esterna del tubo nudo è  $T_{\text{tubo}} = 275$  °C;
- Lo spessore di isolante  $s_{is}$  oltre il quale incomincia l'effetto di isolamento.

$$[r_{cr} = 0.0517 \text{ m}; \dot{Q}/L = 145.69 \text{ W/m}; s_{is} = 0.135 \text{ m}]$$

# E08: Conduzione

## Esercizio 04

3



$$D = 0,05 \text{ m}$$

$$D = 2 r_e$$

$$r_{is} = r_e + s_{is}$$

$$r_e = r_i + s_{tubo}$$

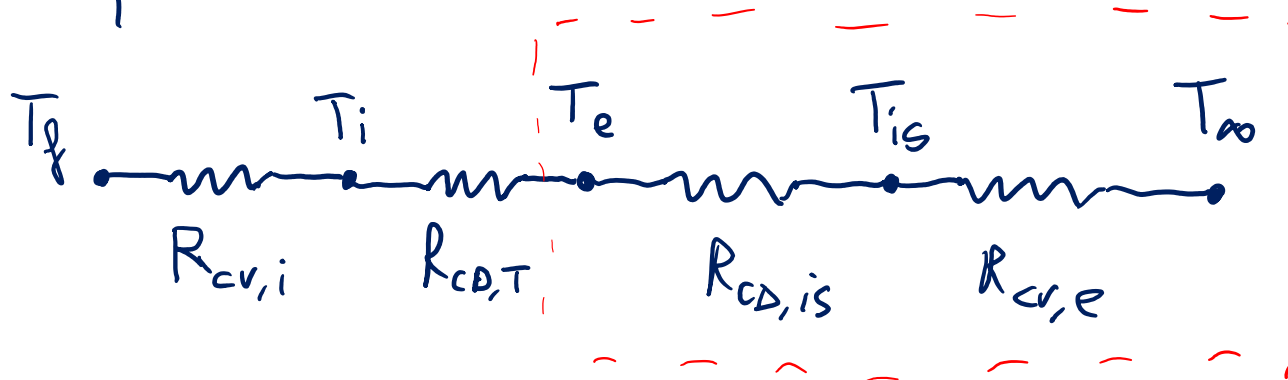
$$k_{is} = 0,181 \text{ W/mK}$$

$$D_e = D_i + 2 s_{tubo}$$

$$T_{\infty} = 10^\circ \text{C}$$

$$h_{\infty} = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$T_e = 275^\circ \text{C (nudo)}$$



## Esercizio 04

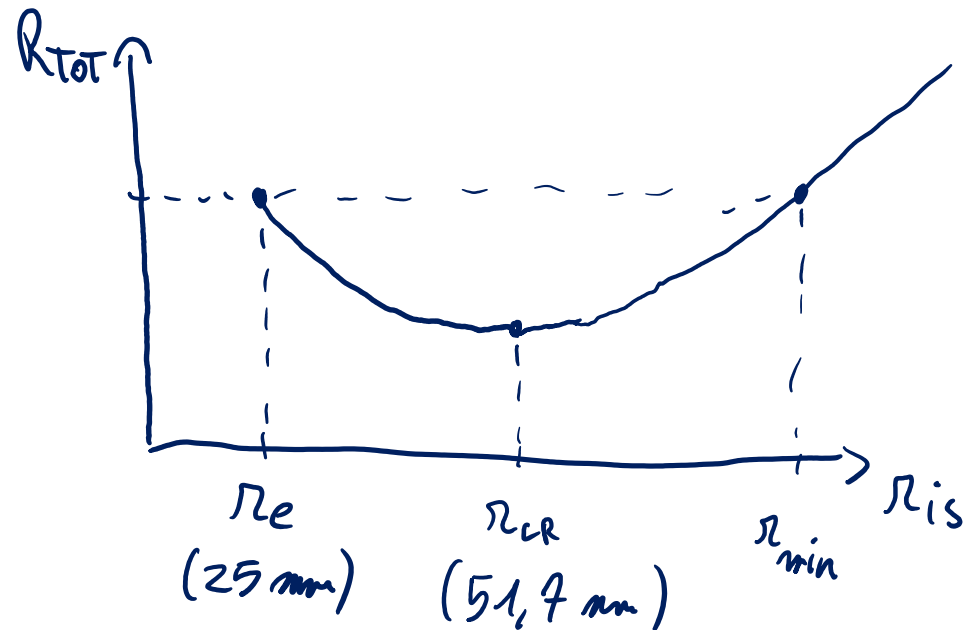
$$R_{TOT} = \frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{h_i R_i} + \frac{1}{k_T} \ln \frac{r_e}{r_i} + \underbrace{\frac{1}{k_{is}} \ln \frac{r_{is}}{r_e}}_{\substack{\text{aumenta} \\ \text{se } r_{is} \uparrow}} + \underbrace{\frac{1}{h_o r_{is}}}_{\substack{\text{diminuisce} \\ \text{se } r_{is} \uparrow}} \right)$$

$$\frac{dR_{TOT}}{dr_{is}} = \frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{k_{is} r_{is}} - \frac{1}{h_o r_{is}^2} \right) \rightarrow \frac{dR}{dr_{is}} = 0 \rightarrow r_{is, CR} = \frac{k_{is}}{h_o}$$

$$r_{CR} = \frac{k_{is}}{h_o} = \frac{0,181}{3,5} = 0,0517 \text{ m} \Rightarrow s_{CR} = r_{CR} - r_e$$

$$s_{CR} = 26,7 \text{ mm}$$

## Esercizio 04



CASO TUBO NUDO

$$\dot{Q} = \frac{T_e - T_{\infty}}{\frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{h_o r_e} \right)}$$

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{L} &= 2\pi h_o r_e (T_e - T_{\infty}) \\ &= 145,69 \text{ W/m} \end{aligned}$$

## Esercizio 04

$R_{min}$  va determinato con un approccio iterativo

$$R_{TOT,NUDO} = \frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{k_i r_i} + \frac{1}{\sigma_\tau} \ln \frac{r_e}{r_i} + \frac{1}{h_o r_e} \right)$$

$$R'_{TOT,NUDO} = \frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{h_o r_e} \right)$$

$$R'_{TOT,1} = \frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{k_{is}} \ln \frac{r_{is,1}}{r_e} + \frac{1}{h_o r_{is,1}} \right)$$

$$r_{is,1} \approx r_e + 2s_{scr}$$

$$r_{is,1} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Se } R'_{TOT,1} < R'_{TOT,NUDO}$$

$$R'_{TOT,2} = R'_{TOT,1} + 10 \text{ mm}$$

---

$$r_{is,min} \approx 135 \text{ mm}$$