



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 09 - Convezione

Esercizio extra 01 ([link registrazione](#))

Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

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

E09: Convezione

Esercizio extra 01

2

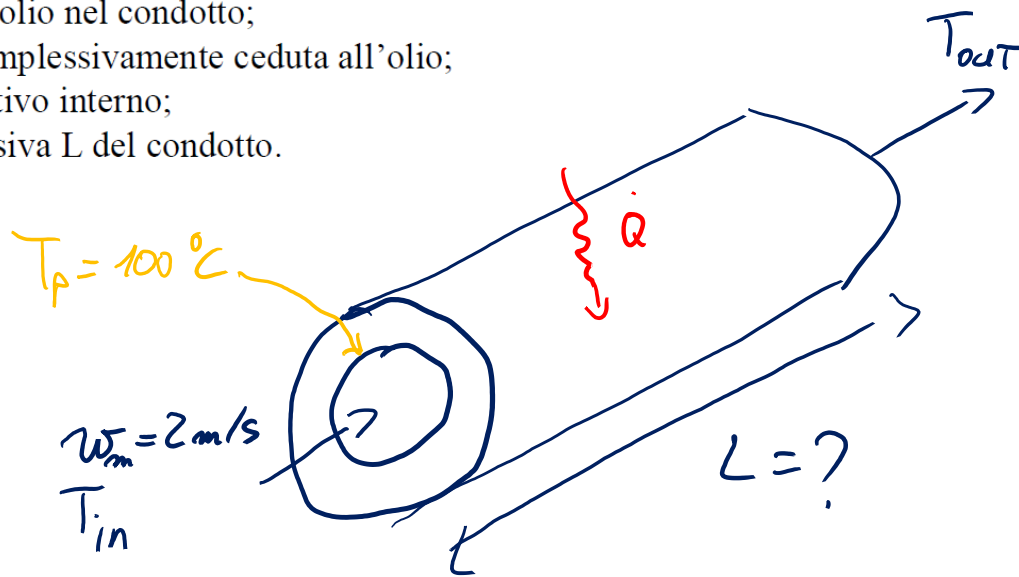
In un condotto di sezione circolare ($D = 20 \text{ mm}$) e lunghezza incognita L fluisce una portata di olio con una velocità media di sezione di 2 m/s . L'olio ha proprietà termofisiche note (massa volumica $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, viscosità dinamica $\mu = 3.5 \cdot 10^{-2} \text{ kg/ms}$, conduttività termica $k = 1.8 \text{ W/mK}$, calore specifico $c = 2.8 \text{ kJ/kgK}$). La temperatura di parete del tubo è costante e pari a 100°C mentre l'olio entra nel condotto ad una temperatura di 20°C ed esce dal condotto a temperatura di 70°C .

Il coefficiente convettivo interno può essere determinato, in funzione dei regimi di moto, con le correlazioni:

$$\begin{array}{ll} \text{Nu} = 3.66 & \text{moto laminare} \\ \text{Nu} = 0.023 \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{0.33} & \text{moto turbolento} \end{array}$$

Si chiede:

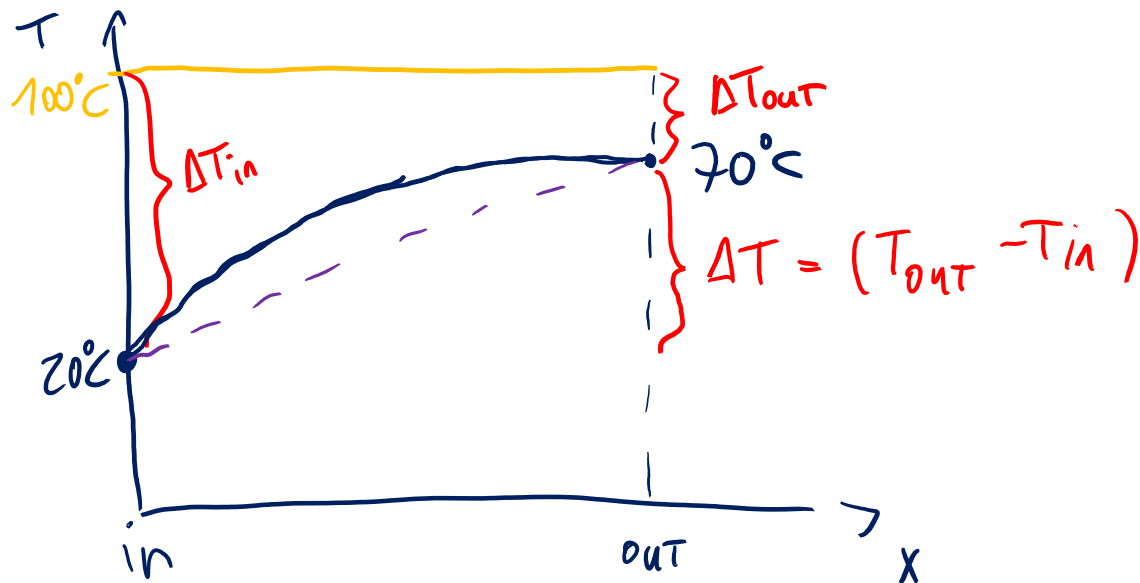
- portata in massa di olio nel condotto;
- potenza termica complessivamente ceduta all'olio;
- coefficiente convettivo interno;
- lunghezza complessiva L del condotto.



E09: Convezione

Esercizio extra 01

3



Bilancio energetico $\dot{Q} = \dot{m} (h_{out} - h_{in}) = \dot{m} c_p \Delta T = \dot{m} c_p (T_{out} - T_{in})$

Convezione $\dot{Q} = h S \Delta T_{medio} = h S (T_p - T_{fluido})$

$\Delta T_{medio} = \frac{\Delta T_{in} + \Delta T_{out}}{2} \rightarrow$ utilizzabile se andamento lineare

$$\Delta T_{\text{medio}} = \Delta T_{\text{ml}} = \frac{\Delta T_{\text{out}} - \Delta T_{\text{in}}}{\ln\left(\frac{\Delta T_{\text{out}}}{\Delta T_{\text{in}}}\right)}$$

Portata olio : equazione di continuità

$$\dot{m} = \rho w_m \Omega$$

Ω : sezione di passaggio

$$\Omega = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{0,02^2}{4} = 3,14 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\dot{m} = 900 \cdot 2 \cdot 3,14 \times 10^{-4}$$

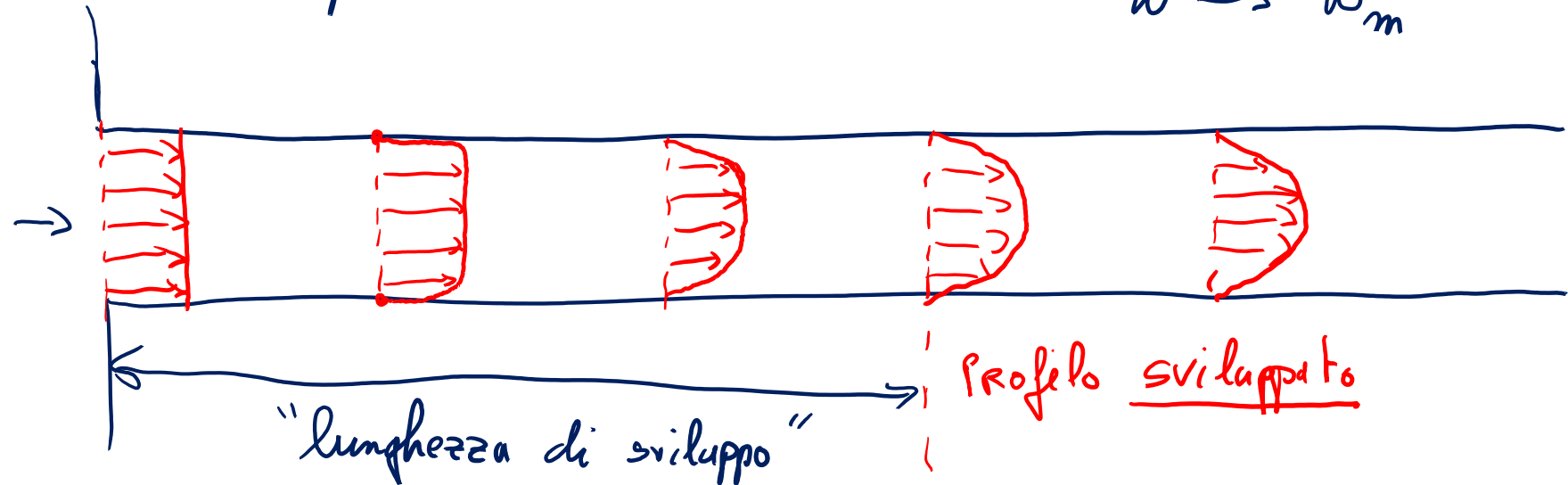
$$\dot{m} = 0,565 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q} = \dot{m} c (T_{out} - T_{in}) = 0,565 \cdot 2800 \cdot (70 - 20)$$

$$\dot{Q} = 79\,100 \text{ W} \quad (79,1 \text{ kW})$$

$$Re = \frac{\rho w \lambda}{\mu}$$

flusso interno tubo: $\lambda \rightarrow D_{int}$
 $w \rightarrow w_m$



$$Re = \frac{100 \cdot 2 \cdot 0,02}{3,5 \times 10^{-2}} = 1028,6$$

$$< Re_{critico} = 2000$$

\Rightarrow MOTO LAMINARE

$$Nu = 3,66$$

$$Nu = \frac{h \lambda}{k_{FLUIDO}}$$

$$\lambda = D_{int}$$

$$h = \frac{Nu \cdot k_{fluido}}{D} = \frac{\overset{3,66}{\cancel{1028,6}} \cdot 1,8}{0,02} = \cancel{92574} \text{ W/m}^2\text{K}$$

329,4

Esercizio extra 01

Lunghezza tubo:

$$\dot{Q} = h S \Delta T_{ml}$$

$$S = \pi D L \quad \text{superficie di scambio}$$

$$L = \frac{\dot{Q}}{h \pi D \Delta T_{ml}}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_{out} - \Delta T_{in}}{\ln \left(\frac{\Delta T_{out}}{\Delta T_{in}} \right)}$$

$$\Delta T_{in} = T_p - T_{in} = 100 - 20 = 80^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_{out} = T_p - T_{out} = 100 - 70 = 30^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{30 - 80}{\ln \left(\frac{30}{80} \right)}$$

~~$$h \left(\frac{303,15}{353,15} \right)$$~~

$$\Delta T_{ml} = 50,98^\circ \text{C}$$

$$L \approx \frac{79\,100}{329,4 \cdot \pi \cdot 0,02 \cdot 50,98} = 75 \text{ m}$$