PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA

PARTE II

master COPY
master COPY
master COPY


master
COPY
COPISTERIA


master
COPY
COPISTERIA

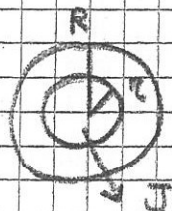

master
COPY

1) Ho un cilindro in cui $L >> R$

Voglio trovare il profilo di T usando un bilancio macroscopico.



$$\dot{q} = \frac{\text{energia}}{\text{vol} \cdot t}$$



Bilancio termico esterno:

$$U_{IN} = U_{OUT}$$

$$\Rightarrow \dot{q}\,\pi r^2 L = Ju\, 2\pi r L$$

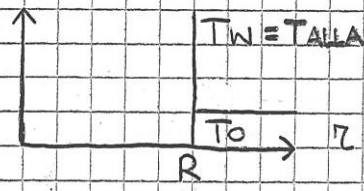
$$\Rightarrow \begin{cases} Ju = \dfrac{\dot{q} r}{2} & \text{FLUSSO TERMICO} \\ r = R & \text{ANDAMENTO LINEARE} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO

$$\Rightarrow Ju(R) = \frac{\dot{q}R}{2} = h(T_W - T_0)$$

$$T_W = T_0 + \frac{\dot{q}R}{2h}$$

SALTO



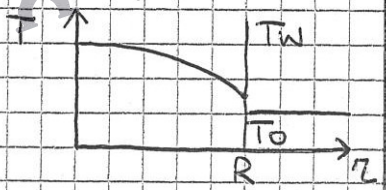
Il salto è indipendente dalla conducibilità termica K, dipende da h.

Se $h \to +\infty$ non c'è salto termico.

- $r < R$ ANDAMENTO LOGARITMICO

$$\Rightarrow Ju = \frac{\dot{q} r}{2} = -K\frac{dT}{dr} \Rightarrow \int_r^R \frac{1}{2}\dot{q} r\, dr = -K\int_T^{T_W} dT$$

$$\Rightarrow T - T_W = \frac{\dot{q}}{4K}(R^2 - r^2)$$



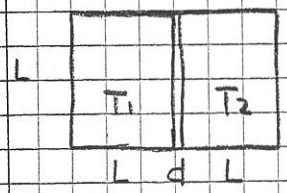
$\frac{dT}{dr} < 0$ SEMPRE $\to \frac{1}{2}\dot{q}r$ invece è > 0

$\Rightarrow$ uso il $\ominus$

↳ xk la primitiva è decrescente xk al centro del cilindro ho TMAX e via via si raffredda

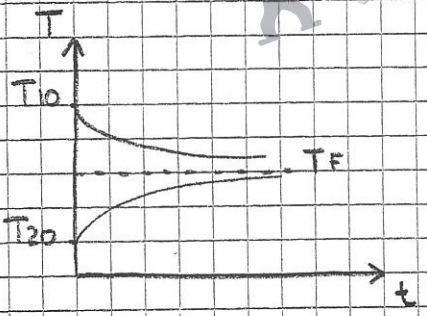
2) Per $t=0 \rightarrow T_{10} > T_{20}$.

Trovare t caratteristico τ_{ss} impiegato dal siste= ma per raggiungere l'equilibrio.



Si fa il bilancio globale di energia interna. Essendo le pareti esterne coibentate, dato che le sezioni sono grandi uguali, la T_F sarà:

$$T_F = \frac{T_{10} + T_{20}}{2}$$



Mi aspetto questo andamento esponenziale in cui $\forall t$ $T_1 + T_2$ è una cost. che vale $2T_F$.

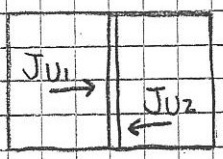
Applico una semplificazione, cioè non considero l'energia contenuta nella membrana μ_S:

$$\mu_S = \rho_S \cdot C_S \cdot \underbrace{L^2 d}_{V} \ll U_L = \rho_L \cdot C_L \cdot \underbrace{L^3}_{V_L}$$

ρ_S: DENSITÀ MEMBRANA; C_S: CALORE SPECIFICO

$$\Rightarrow \frac{\rho_S \cdot \epsilon_S \cdot L^2 d}{\rho_L \cdot C_L \cdot L^3} \ll 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{d}{L} \ll \frac{\rho_L \cdot C_L}{\rho_S \cdot C_S}$$

MEMBRANA MOLTO SOTTILE.



$$\frac{\partial U_1}{\partial t} = -\dot{U}_{1OUT}$$

$$\begin{cases} \rho C L^3 \frac{\partial T_1}{\partial t} = -J_{U1} L^2 \\ \rho C L^3 \frac{\partial T_2}{\partial t} = -J_{U2} L^2 \end{cases}$$

Ipotizzo la quasi stazionarietà, cioè c'è una variazione di T che fa cambiare lentamente i flussi ad un t maggiore rispetto al t caratteristico che il sistema impiega per tornare allo stazionario.

$\Rightarrow J_{U1} = -J_{U2}$ NON C'È ACCUMULO

$J_{U1} = K_S \frac{T_1 - T_2}{d} = -J_{U2}$ → K_S = CONDUCIBILITÀ TERMICA

① $\rho c L \frac{dT_1}{dt} = -K_S \frac{T_1 - T_2}{d}$ il ⊖ è corretto poiché T_1 deve diminuire nel t quindi $\frac{dT}{dt} < 0$

② $\rho c L \frac{dT_2}{dt} = K_S \frac{T_1 - T_2}{d}$

$\Rightarrow$ ① + ② = 0 = $\rho c L \frac{dT_1}{dt} + \rho c L \frac{dT_2}{dt}$ $\Rightarrow T_1 + T_2 = cost.$

① − ② = $\rho c L \frac{dT_1}{dt} - \rho c L \frac{dT_2}{dt} = -2K \frac{T_1 - T_2}{d}$

$\rightarrow \frac{\rho c L \, d(\Delta T)}{dt} = -2K \frac{T_1 - T_2}{d}$ $\rightarrow \frac{d(\Delta T)}{\Delta T} = -\frac{2 K_S dt}{\rho c L d}$

$\Rightarrow \tau_{eq} \sim \frac{\rho c L d}{2 \cdot K_S}$ $\Rightarrow$ $\tau_{eq} >> \tau_{ss}$ $\frac{d\Delta t}{\Delta t} = -\frac{dt}{\tau}$

$\tau_{ss} = \frac{d^2}{\alpha_S} = \frac{d^2}{\frac{K_S}{\rho_S \cdot c_S}}$ → α_S = DIFFUSIVITÀ TERMICA DELLA MEMBRANA

* $\Rightarrow \frac{\rho c L d}{K_S} >> \frac{d^2 \rho_S c_S}{K_S}$ $\rightarrow \frac{d}{L} << \frac{\rho c}{\rho_S c_S}$

* si verifica a posteriori che la condizione di quasi stazionarietà sia applicabile.