$a = \frac{\lambda}{\rho c}$ diffusività termica
dice quanto velocemente risponde il sistema alle variazioni imposte al contorno

$Bi = \frac{h_0 l}{\lambda}$ numero di Biot
(λ è la conduttività del fluido anziché del solido)

$Bi \leq 0{,}1$ affinché si possa applicare la tecnica a parametri concentrati (ovvero la temperatura sia il più possibile uniforme nel mezzo).

$\frac{1}{Bi} = \frac{\lambda}{h_0 l} \rightarrow \infty$ quando $Bi \rightarrow 0$

REGIME VARIABILE

$RC = T_0 \qquad T_0 = \frac{\rho c V}{h S}$

EQUAZIONE GENERALE DELLA CONDUZIONE (IN REGIME VARIABILE)

$$\boxed{H + \lambda \nabla^2 t = \rho c \frac{\partial T}{\partial \tau}}$$

conviene dividere tutto per λ si ottiene

$$\boxed{\frac{H}{\lambda} + \nabla^2 t = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial T}{\partial \tau}}$$

dove $a = \frac{\lambda}{\rho c}$

a = diffusività termica $= \frac{\lambda}{\rho c}$

CORPI A RESISTENZA INTERNA TRASCURABILE

Si parte dal primo principio della T.d e non dall'equazione generale della conduzione $dU = dQ - dL$

Spesso $dL = 0$ e quindi $dU = dQ$

$h \cdot A \cdot (T_\infty - T) dT = \frac{m}{\rho V} C_p dT$

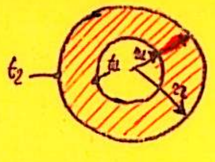
se il corpo è cilindrico si mette la superficie cilindrica

$h \pi D (T_a - T) = \rho c \frac{\pi D^2}{4}$

che con le dovute semplificazioni diventa

$h(T_a - T) = \frac{\rho c D}{4}$ TEMPO DI RAFFREDDAMENTO

Per i tubi o cilindri



$$t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \ln \frac{r}{r_1}$$

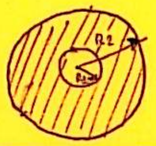
STRATO CILINDRICO SEMPLICE (SENZA GENERAZIONE H)

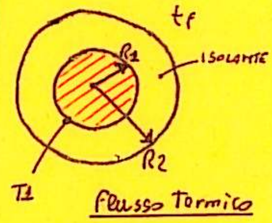
$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

dalla def. $q = \frac{\Delta T}{R_T}$

RESISTENZA TERMICA STRATO CILINDRICO

$$R = \frac{\Delta T}{q} = \frac{\ln \frac{R_2}{R_1}}{2\pi \lambda l}$$





RAGGIO CRITICO

$$r_c = \frac{\lambda}{h}$$

RAGGIO OTTIMALE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO PER OTTENERE IL MIGLIORE ISOLAMENTO ovvero $q = min$ $R_T = max.$

Flusso termico

$$q = \frac{t_1 - t_f}{\frac{1}{2\pi l \lambda} \ln\left(\frac{r}{r_1}\right) + \frac{1}{h 2 \pi r l}}$$

dalla definizione $q = \frac{\Delta T}{R_T}$

EQUAZIONE DI BERNULLI GENERALIZZATA

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) + \int_1^2 v\,dp + L_{12} + R_{12} = 0$$

I° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

$$Q_{12} = h_2 - h_1 + L_{12} + \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + g(z_2 - z_1)$$

II° PRINCIPIO

$dQ = T ds$

$$\begin{cases} dQ = dh + dL \\ T ds = dh - v dp \end{cases}$$

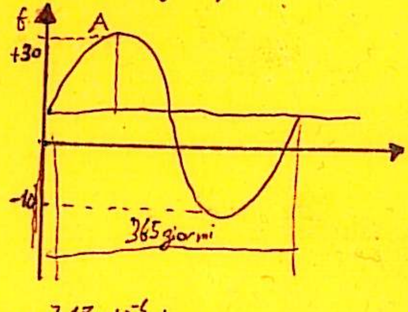
OSCILLAZIONE ARMONICA DELLA TEMPERATURA

oscillazione armonica smorzata.

$$t_x = t_0 + A e^{-\gamma x} \operatorname{sen}(\omega \tau + \gamma x)$$

$$t_0 = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}$$

$$A = \frac{t_{max} - t_{min}}{2}$$

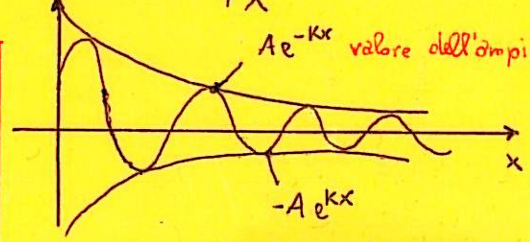


$$\omega = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{365 \cdot 24} = 7{,}17 \cdot 10^{-4} \frac{1}{h}$$

$\gamma = \sqrt{\frac{\omega}{2a}}$ coeff. di smorzamento

$\Delta T = \frac{Kx}{\omega}$ sfasamento dell'onda termica alla profondità x

$$K = \sqrt{\frac{\omega}{2a}} = \sqrt{\frac{\pi \rho c}{T \lambda}}$$



NUMERO DI NUSSELT RISOLVE PROBLEMI DI CONVEZIONE NATURALE

$$Nu = c\,(\underbrace{G_R P_R}_{Ra})^m$$

opportuna costante

dove m è valutata come segue;
$m = \frac{1}{3}$ MOTO TURBOLENTO
$m = \frac{1}{4}$ MOTO LAMINARE

GRUPPI ADIMENSIONALI sono utili nelle trasmissioni di calore per convezione, ovvero in quelle situazioni in cui il trasporto del calore è associato a un movimento di massa, come ad esempio una superficie piana lambita da un flusso d'aria..
Esistono due tipi di convezione 1) CONVEZIONE FORZATA 2) CONV. NATURALE
La forzata è abbinata alla presenza di organi meccanici, la naturale è invece generata da gradienti di densità generati da gradienti di temperatura.
PER LO SCAMBIO TERMICO E' MEGLIO IL MOTO TURBOLENTO

$$\bar{q} = -\lambda_F \frac{\partial T}{\partial n}\Big|_{n=0} = h\,(T_{Parete} - T_\infty)$$

h: DIPENDE DAL CAMPO DI MOTO; T_∞: temperatura del fluido indisturbato

Il coefficiente h che compare nella formula NON è una costante come nel caso di convezione semplice, ma una funzione di 6 oppure 7 variabili, per trovare h SI USANO I GRUPPI ADIMENSIONALI COSTITUITI DAI NUMERI DI NUSSEL, REYNOLD, PRANDT, GRASCHOF, RAYLIN.

$Nu = \frac{h l}{\lambda_{fluido}}$ $\quad Re = \frac{\rho W L}{\mu} = \frac{W L}{\nu} = \frac{W d}{\nu}$ (d = DIAM.) $\quad P_r = \frac{\mu C_p}{\rho \lambda_F} = \frac{\mu C_p}{\lambda}_{se}$ $\quad G_R = \frac{\rho^2 \beta g \Delta T l^3}{\mu^2}$

$Ra = G_R \cdot P_R$

$Ra < 10^9$ MOTO LAMINARE
$Ra > 10^9$ MOTO TURBOLENTO

$\beta = \frac{1}{T_F}$ coeff. di dilatazione

ν VISC. CINEMATICA $\quad \nu = \rho \mu$ viscosità dinamica