

Escala de Capa Límite Térmica

Ecuación de la energía (EE) en régimen incompresible:

$$\rho c \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \Phi$$

$\rho c u c \frac{\Delta T}{l} \sim \rho c v c \frac{\Delta T}{\delta_T} \sim k \frac{\Delta T}{l^2} \sim k \frac{\Delta T}{\delta_T^2} \sim \mu \left(\frac{V}{\delta} \right)^2$

c : calor específico
 k : conductividad térmica
 Φ : disipación viscosa

Comparando órdenes de magnitud de los términos convectivo y difusivo:

$$\rho c u c \frac{\Delta T}{l} \sim k \frac{\Delta T}{\delta_T^2} \rightarrow \left(\frac{\delta_T}{l} \right)^2 = \frac{k}{\rho c} \frac{\mu}{\rho} \frac{1}{u l} \rightarrow \frac{\delta_T}{l} \sim Re^{-1/2} Pr^{-1/2}$$

$\frac{\delta}{l} \sim Re_x^{-1/2} \rightarrow \frac{\delta_T}{\delta} \sim Pr^{-1/2}$

NOTA

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} ; \alpha = \frac{k}{\rho c}$$

α : difusividad térmica

Reteniendo únicamente los términos más importantes:

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\nu}{Pr} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$$

$y = 0$: $\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial y} = -\frac{q_p}{k} & \text{(0 si PARED ADIABÁTICA)} \\ \text{ó} \\ T = T_p & \text{TEMPERATURA DE PARED ESPECIFICADA} \end{cases}$

$y \rightarrow \infty$: $T \rightarrow T_e$

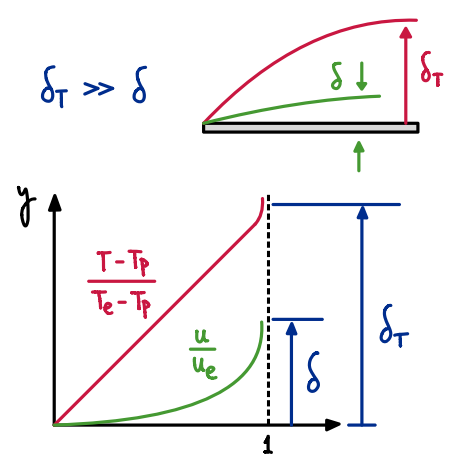
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Siempre (TÍPICO EN GASES)

$Pr \ll 1$



TÍPICO EN METALES LÍQUIDOS ($\uparrow\uparrow\uparrow \alpha$)
 Conducen bien el calor por tener electrones en banda de conducción.
 Prácticamente toda la CLT ve flujo de Euler:

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\nu}{Pr} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$$

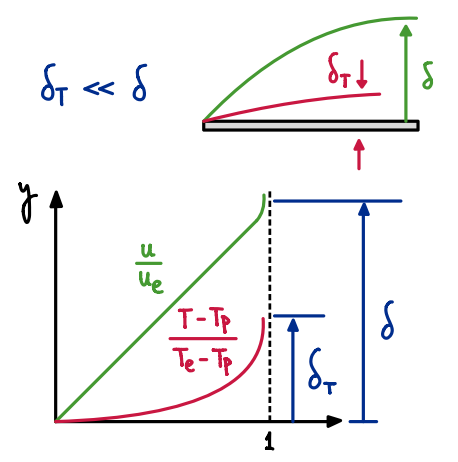
$$u_e \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\nu}{Pr} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$$

$$\sim u_e \frac{\Delta T}{l} \sim \frac{\nu}{Pr} \frac{\Delta T}{\delta_T^2}$$

$$\frac{\delta_T}{l} \Big|_{Pr \ll 1} \sim Re^{-1/2} Pr^{-1/2}$$

$$\frac{\delta_T}{\delta} \Big|_{Pr \ll 1} \sim Pr^{-1/2}$$

$Pr \gg 1$



TÍPICO EN LUBRICACIÓN CON ACEITES

TAYLOR: $u = \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y=0} y = \frac{\tau_p}{\mu} y \sim \frac{\rho_p}{\delta} \delta_T \sim u_e \frac{\delta_T}{\delta}$

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\nu}{Pr} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$$

$$\sim u_e \frac{\delta_T}{l} \frac{\Delta T}{l} \sim \frac{\nu}{Pr} \frac{\Delta T}{\delta_T^2}$$

Comparando:

$$\left(\frac{\delta_T}{l}\right)^3 \sim \frac{\nu}{l u_e} \frac{1}{Pr} \frac{\delta}{l} \sim Re^{-3/2} Pr^{-1}$$

$$\frac{\delta_T}{l} \Big|_{Pr \gg 1} \sim Re^{-1/2} Pr^{-1/3}$$

$$\frac{\delta_T}{\delta} \Big|_{Pr \gg 1} \sim Pr^{-1/3}$$

EL ESCALADO GENERAL DEL PRINCIPIO NO ES VÁLIDO PARA $Pr \gg 1$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70