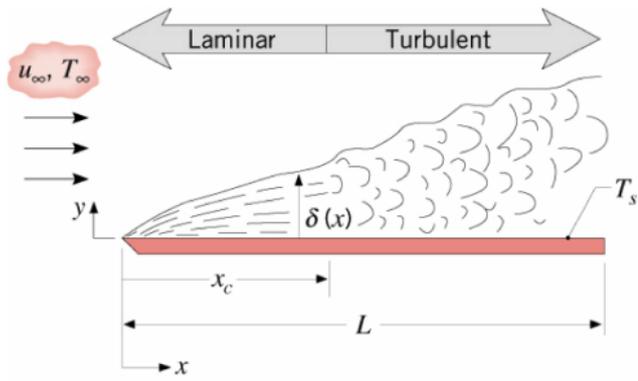


# Convecção Forçada – Escoamento Externo

## 1 A placa plana com escoamento paralelo



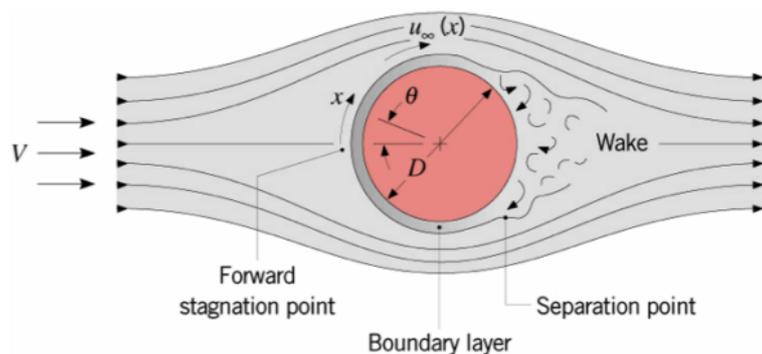
$$Re_x = \frac{u_\infty x}{\nu}$$

$$Re_c = 5 \times 10^5 \rightarrow \text{transição}$$

$$\text{para regime laminar} \quad \left\{ \begin{array}{l} \delta = \frac{5x}{\sqrt{Re_x}} \\ \delta_t = \delta Pr^{-\frac{1}{3}} \end{array} \right.$$

Condições	Correlação
Laminar; local; isotérmica; $T_f$ ; $0,6 \leq Pr \leq 50$	$Nu_x = 0,332Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$
Laminar; local; fluxo uniforme; $T_f$ ; $Pr \geq 0,6$	$Nu_x = 0,453Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$
Laminar; médio; isotérmica; $T_f$ ; $0,6 \leq Pr \leq 50$	$\overline{Nu}_L = 0,664Re_L^{1/2} Pr^{1/3}$
Turbulenta; local; isotérmica; $T_f$ ; $Re_x \leq 10^8$ ; $0,6 \leq Pr \leq 60$	$Nu_x = 0,0296Re_x^{4/5} Pr^{1/3}$
Turbulenta; local; fluxo uniforme; $T_f$ ; $0,6 \leq Pr \leq 60$	$Nu_x = 0,0308Re_x^{4/5} Pr^{1/3}$
Turbulenta; médio; isotérmica; $T_f$ ; $Re \leq 10^8$ ; $0,6 \leq Pr \leq 60$	$\overline{Nu}_L = 0,037Re_L^{4/5} Pr^{1/3}$
Mista; médio; isotérmica; $T_f$ ; $Re \leq 10^8$ ; $0,6 \leq Pr \leq 60$	$\overline{Nu}_L = (0,037Re_L^{4/5} - 871)Pr^{1/3}$

## 2 Cilindro em Escoamento Transversal



$$Re_D = \frac{VD}{\nu}$$

Condições

Correlação

Médio;  
isotérmico;  $T_f$ ;  
 $Re_D Pr > 0,2$

$$\overline{Nu}_D = 0,3 + \frac{0,62 Re_D^{1/2} Pr^{1/3}}{[1 + (0,4/Pr)^{2/3}]^{1/4}} \left[ 1 + \left( \frac{Re_D}{282000} \right)^{5/8} \right]^{4/5}$$

## Exercício 1

Ar a uma pressão de 1 atm e a uma temperatura de  $15^{\circ}\text{C}$  escoia paralelamente, a uma velocidade de 10 m/s, sobre uma placa plana com 3 m de comprimento. A placa é aquecida até uma temperatura uniforme de  $140^{\circ}\text{C}$ .

- a) Qual é o coeficiente médio de transferência de calor em toda a placa?
- b) Qual é o coeficiente local de transferência de calor no ponto intermediário da placa?

## Exercício 2

Um elemento aquecedor elétrico, na forma de um longo cilindro, com diâmetro  $D = 10 \text{ mm}$ , condutividade térmica  $k = 240 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , massa específica  $\rho = 2700 \text{ kg}/\text{m}^3$  e calor específico  $c_P = 900 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , é instalado em um duto através do qual ar, a uma temperatura de  $27^\circ\text{C}$  e uma velocidade de  $10 \text{ m}/\text{s}$ , escoam em escoamento cruzado em relação a elemento aquecedor. Desprezando a radiação, calcule a temperatura superficial em regime estacionário quando, por unidade de comprimento do aquecedor, energia elétrica está sendo dissipada a uma taxa de  $1000 \text{ W}/\text{m}$ .