

# Convecção

## Lista de exercicios 4

### Cristian Herledy Lopez Lara

#### Exercício 1

Determine o número de Nusselt para uma esfera isotérmica ( $T_s$ ) de diâmetro  $D$  envolta por um fluido quiescente mantido a  $T_f$  ( $T_s < T_f$ ) no limite onde o número de Rayleigh baseado em  $D$  tende a zero.

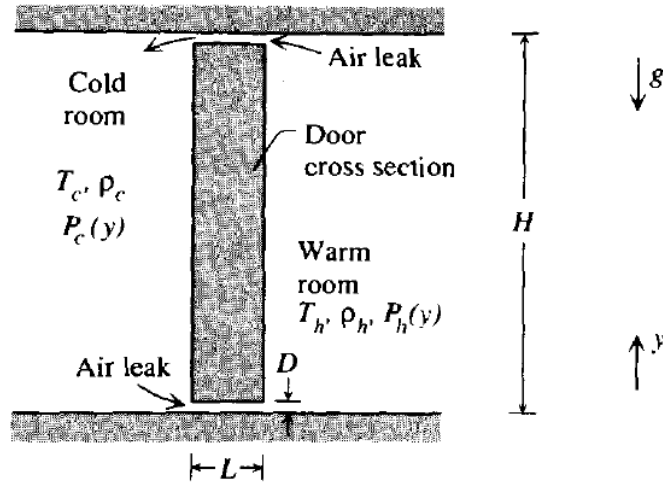


Figure 1: Diagrama de fluxo de ar entre volume quente e frio

#### Desenvolvimento

O intercambio do calor entre o ar e a garrafa obedece ao equilíbrio da primeira lei da termodinâmica onde

$$\dot{m}C_p \frac{dT}{dt} = hA(T_s - T_{inf}) \quad (1)$$

Onde  $h$  é o coeficiente de transferência de calor,  $A$  ( $A = 2\pi rH + 2\pi r^2$ ) é a área superficial do cilindro. O objetivo é encontrar uma relação entre o tempo de resfriamento e a troca de calor convectiva (lado direito da equação) para as posições 1 e 2. Considerando que o calor removido em ambos os arranjos é o mesmo

$$Q_1 = Q_2 \quad (2)$$

$$h_1 A_1 (T_s - T_{inf}) t_1 = h_2 A_2 (T_s - T_{inf}) t_2 \quad (3)$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{h_2 A_2}{h_1 A_1} \quad (4)$$

Para análise de escala, a área do cilindro na posição vertical e horizontal é proporcional a  $H$

$$A \sim H \quad ; \quad H_1 = 5H_2 \quad (5)$$

Pela definição do número de Nusselt

$$Nu_H = \left( \frac{hH}{k} \right) \sim Ra^{\frac{1}{4}} \quad (6)$$

A equação 4 fica então

$$Nu_H = \left( \frac{hH}{k} \right) \sim Ra^{\frac{1}{4}} \quad (7)$$

## References

- [1] Adrian Bejan, Convection Heat Transfer. Durham, North Carolina, 3rd Edition, 2004.
- [2] Adrian Bejan, Shape and structure from engineering to nature. Cambridge University, USA. 2000.