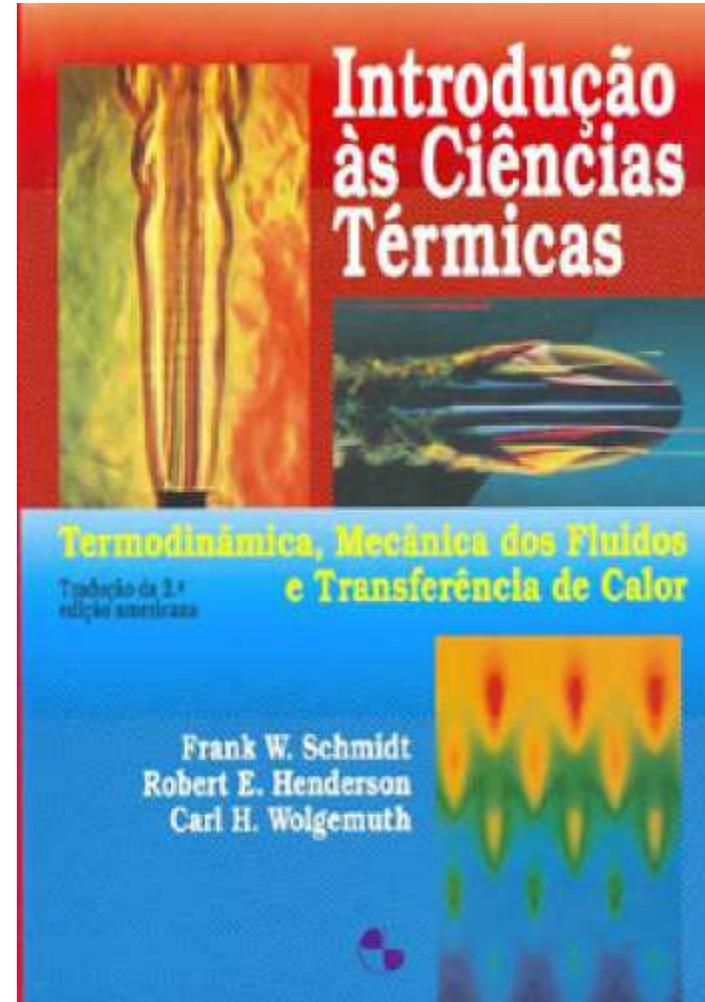


EM524 – Fenômenos de Transporte

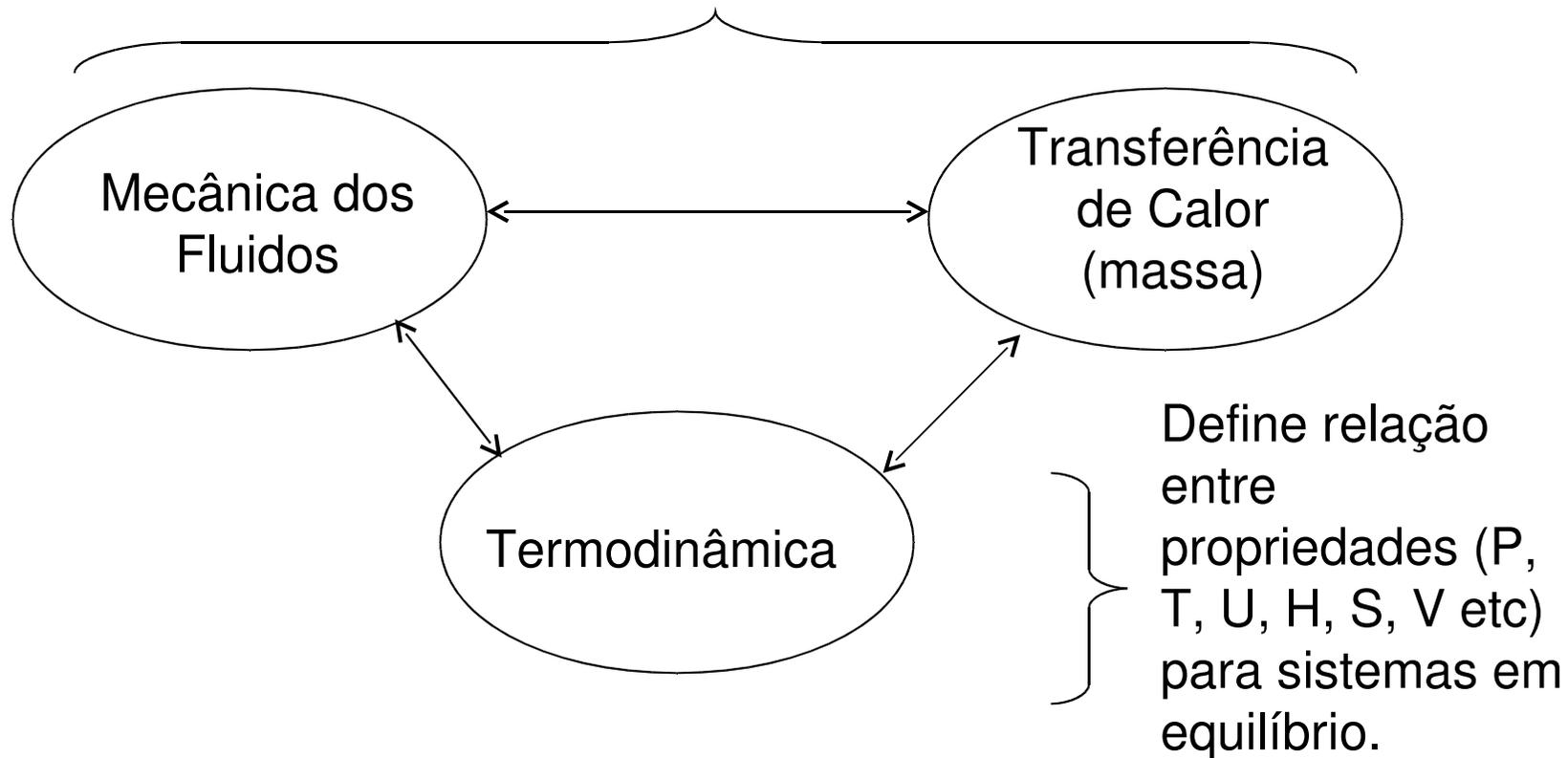
- Livro texto: Schimidt, F.W., Henderson, R.E., Wolgemuth, C.H., Introdução às ciências Térmicas, Edgard Blücher, 1996



INTRODUÇÃO

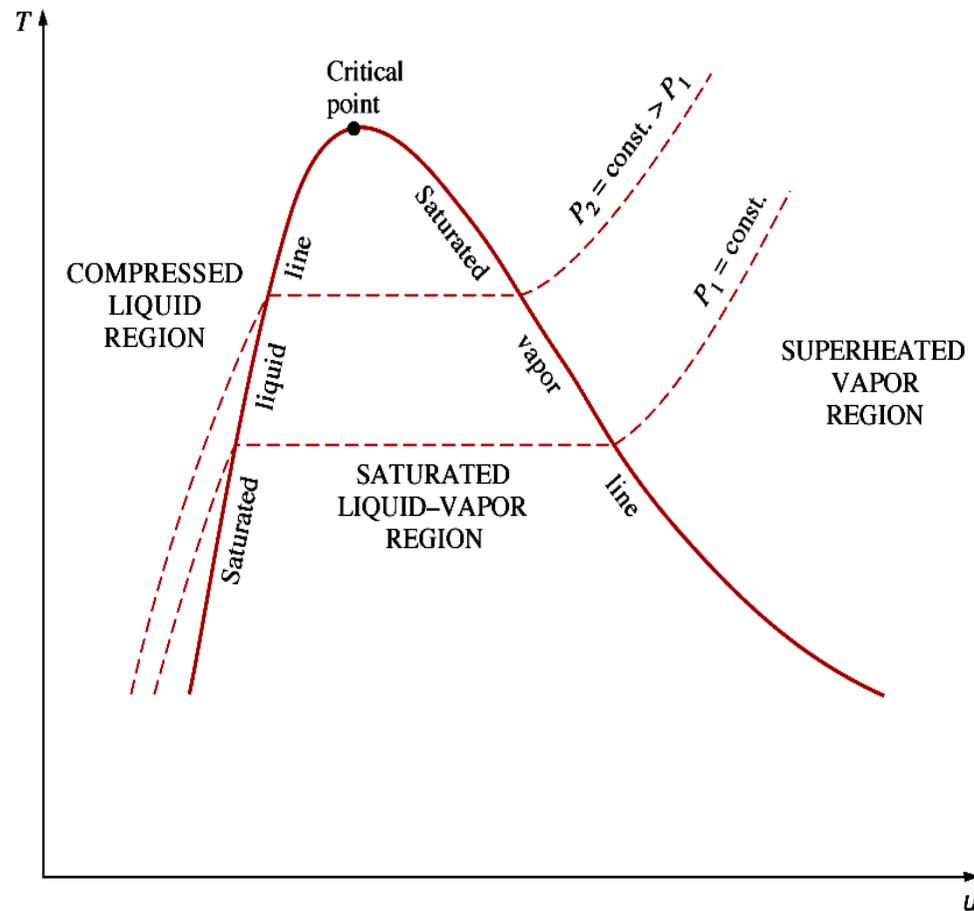
- **Fenômenos de Transporte:** estuda como massa, quantidade de movimento, energia são transportadas.

Transporte de grandezas



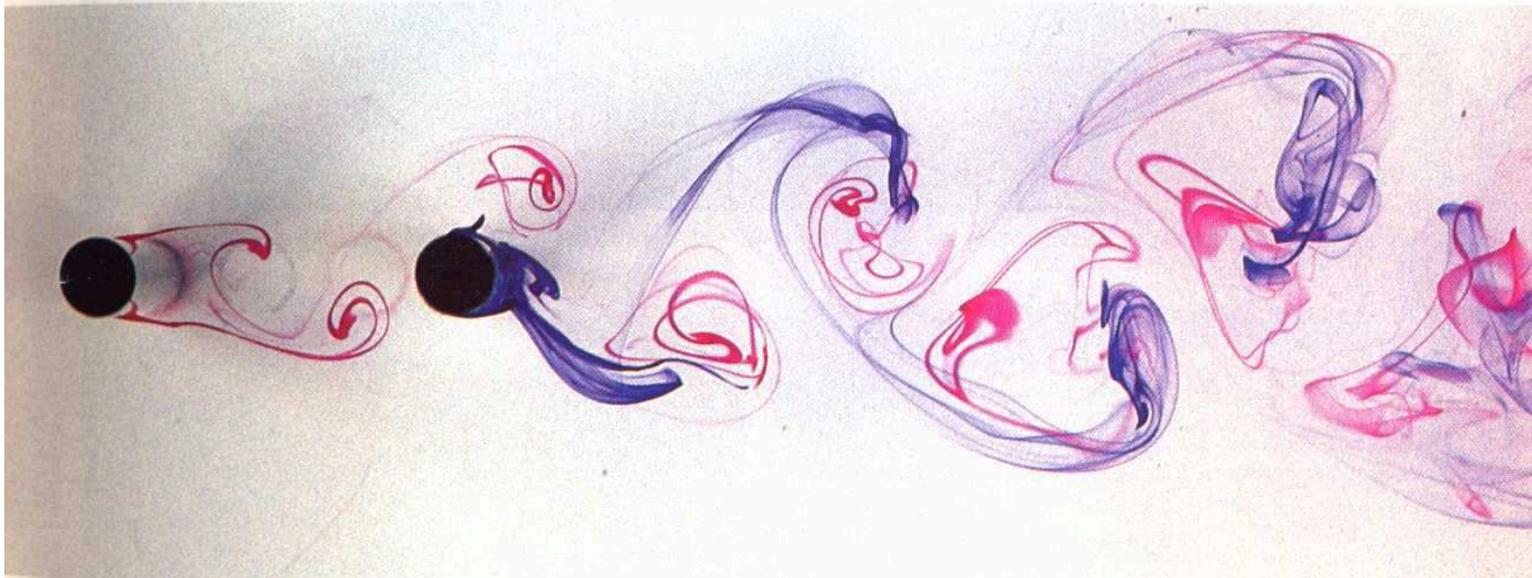
Termodinâmica

- Estuda as relações entre **calor**, **trabalho** e as **substâncias** envolvidas
- Define relação entre propriedades (P , T , U , H , S , V etc) para sistemas em equilíbrio.

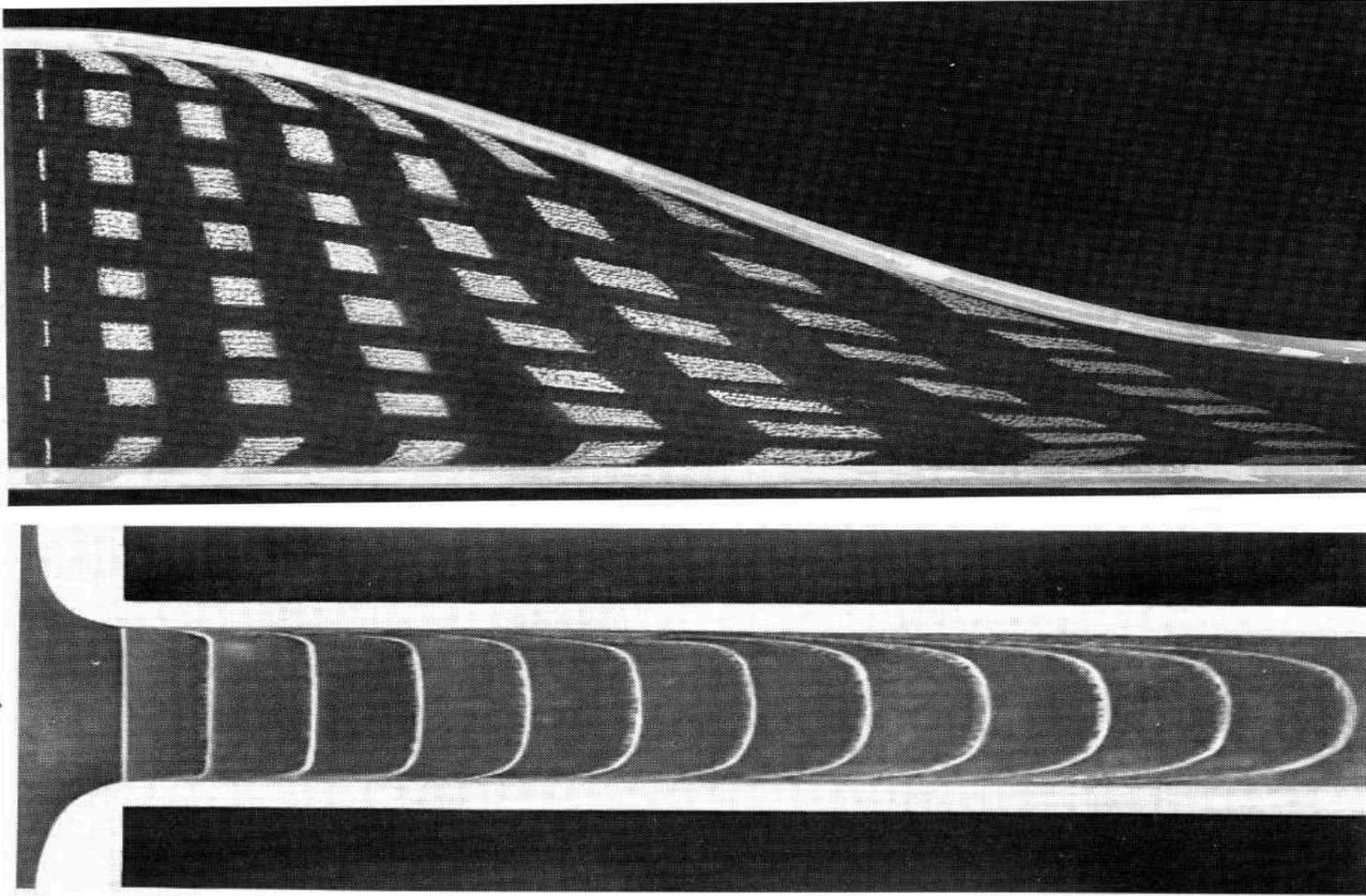


Mecânica dos Fluidos

- O transporte de quantidade de movimento (velocidades), turbulência, calor (temperatura), massa (concentração) e outras grandezas deve-se ao **campo de velocidades**

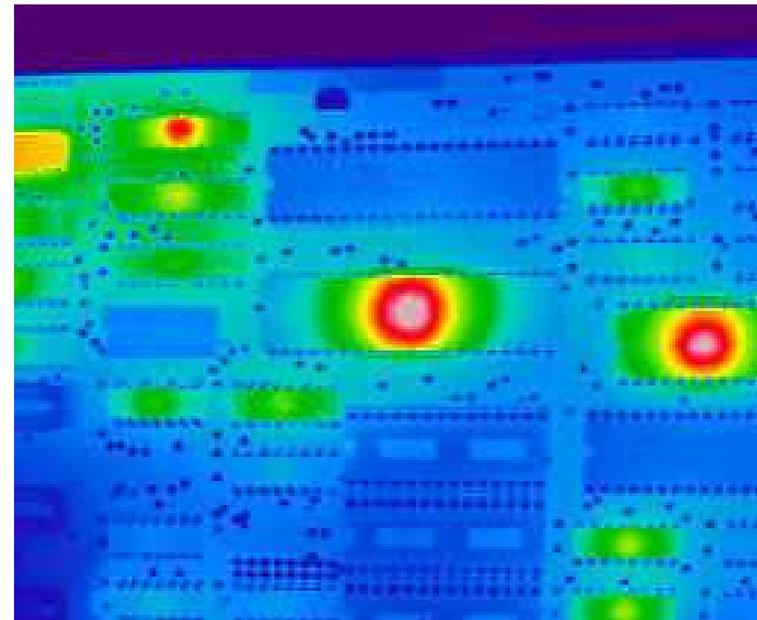
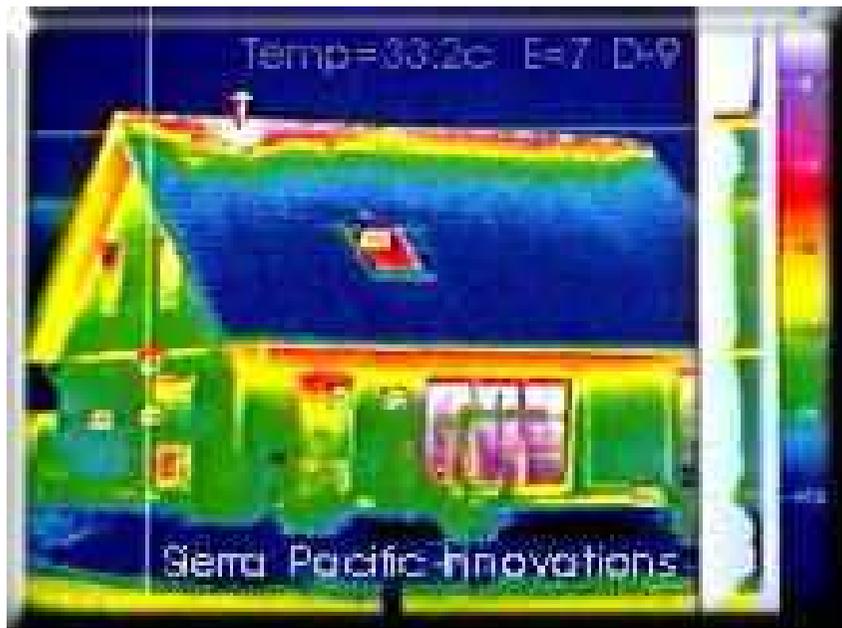


- **Fluido é um meio que se deforma continuamente quando sujeito a uma tensão.**
- **Uma camada de fluido desliza sobre a outra e a razão entre a tensão aplicada e a taxa de deformação é a viscosidade do fluido**



Transferência de Calor

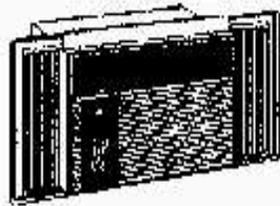
- Transporte de energia devido a diferenças de temperatura



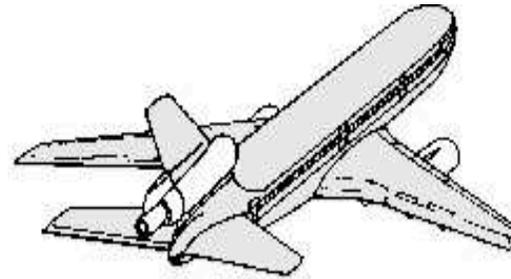
Aplicações da Térmica e Fluidos



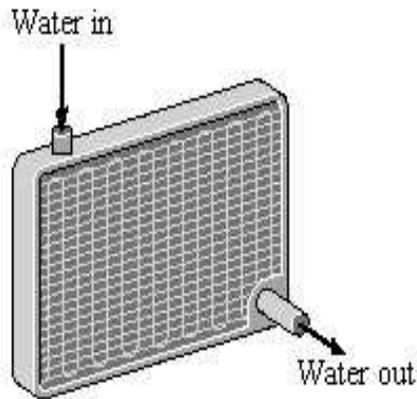
The human body



Air-conditioning systems



Airplanes



Car radiators



Power plants



Refrigeration systems

Hidrelétricas



Energia Solar



Energia Eólica



Indústria Automotiva (1/2)



Indústria Automotiva (2/2)



Fig. 2.13 Smoke lines around a road vehicle in a full-scale wind tunnel. (Courtesy of Volkswagenwerk AG.)

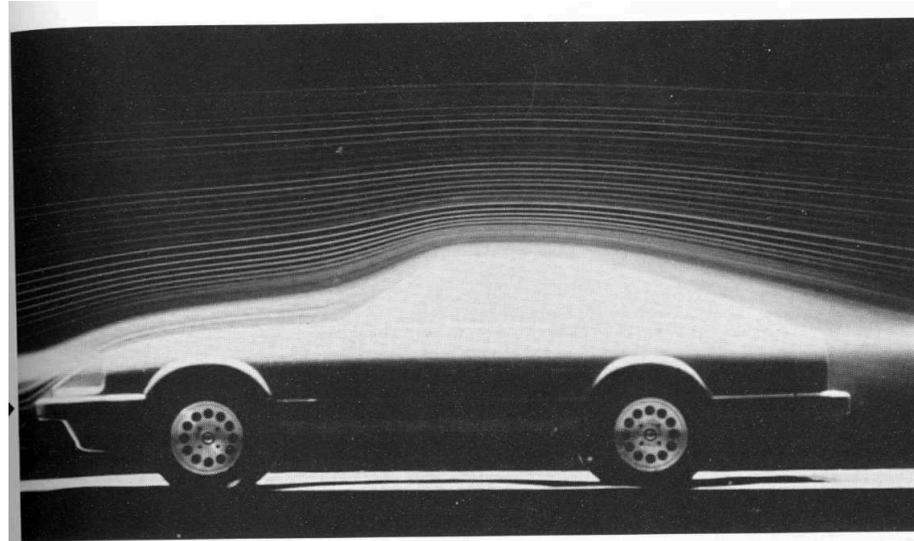


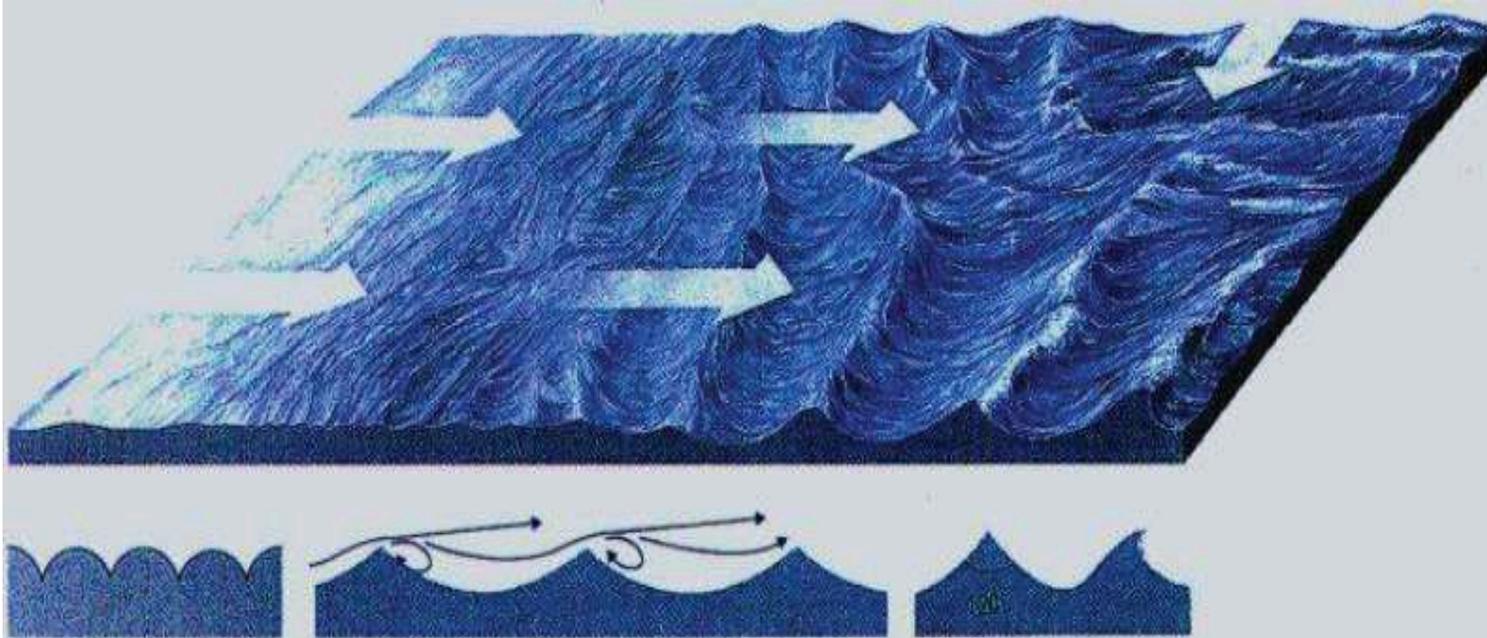
Fig. 96. Flow around a streamlined car model (air, flow speed 4 m/s, wheel base 500 mm, $Re = 1.3 \times 10^5$, three-dimensional smoke tunnel).

- **Arrasto e Forças em Corpos**

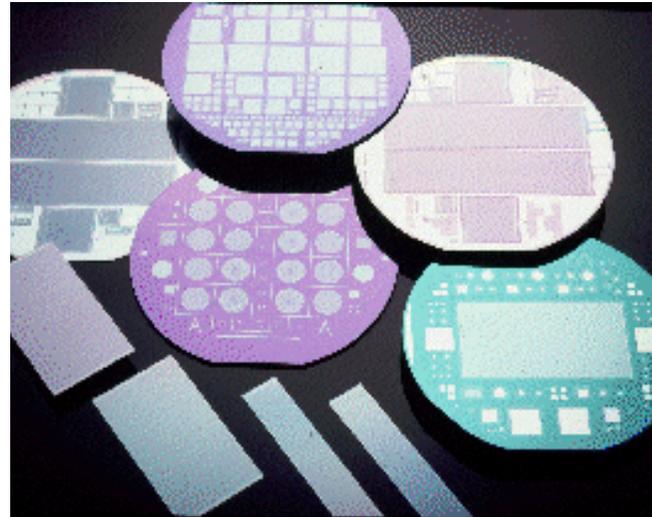
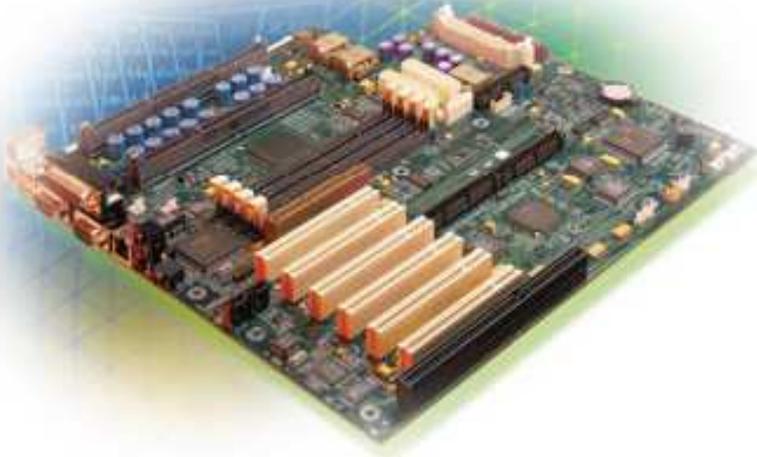
Engenharia Naval



Engenharia Oceânica



Componentes Eletrônicos



Indústria Petroquímica



Agricultura



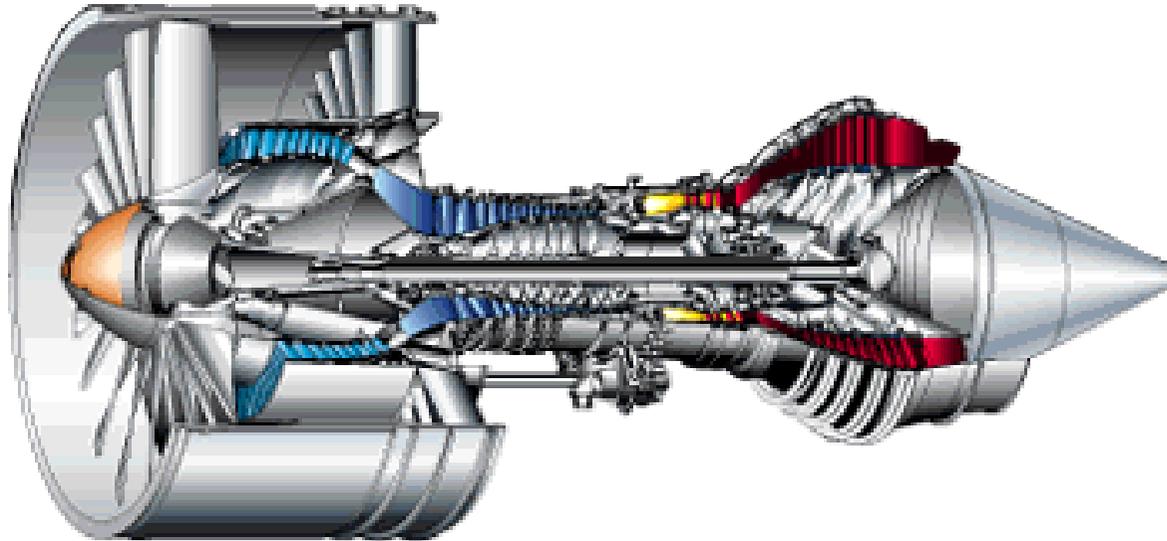
Sistemas de Refrigeração



Indústria Aeroespacial (1/2)



Indústria Aeroespacial (2/2)



Compressão, Combustão e Expansão

**Requer conhecimentos de Mecânica dos Fluidos,
Transferência de Calor e
Termodinâmica**

Dimensões e Unidades

- Primárias (Fundamental)
- Dimensões: Massa (ou Força), Comprimento, Tempo, Temperatura
- Secundárias (Derivadas)
- Força (ou Massa), Velocidade, Pressão, Volume, Densidade, Energia, etc.

Unidades

- **Dois sistemas bastante difundidos**
 - ▮ **Sistema Internacional SI.**
 - ▮ **English Engineering System EEC (The US Customary System ,USCS, ou inch-pound system IP).**

SI (Sistema Internacional)

- **Massa** -- Quilograma (kg)
- **Comprimento** -- metro (m)
- **Tempo** -- segundo (s)
- **Temperatura** -- Kelvin (K)
- **Corrente elétrica** -- Ampère (A)

EEC (USCS)

- Força -- pound-force (lbf)
- Comprimento -- feet (ft)
- Tempo -- second (s)
- Temperatura -- Rankine (R)
- Corrente elétrica – Ampère (A)

Unidades de Força

$$m = 1 \text{ kg} \xrightarrow{a = 1 \text{ m/s}^2} \mathbf{F = 1 \text{ N}}$$

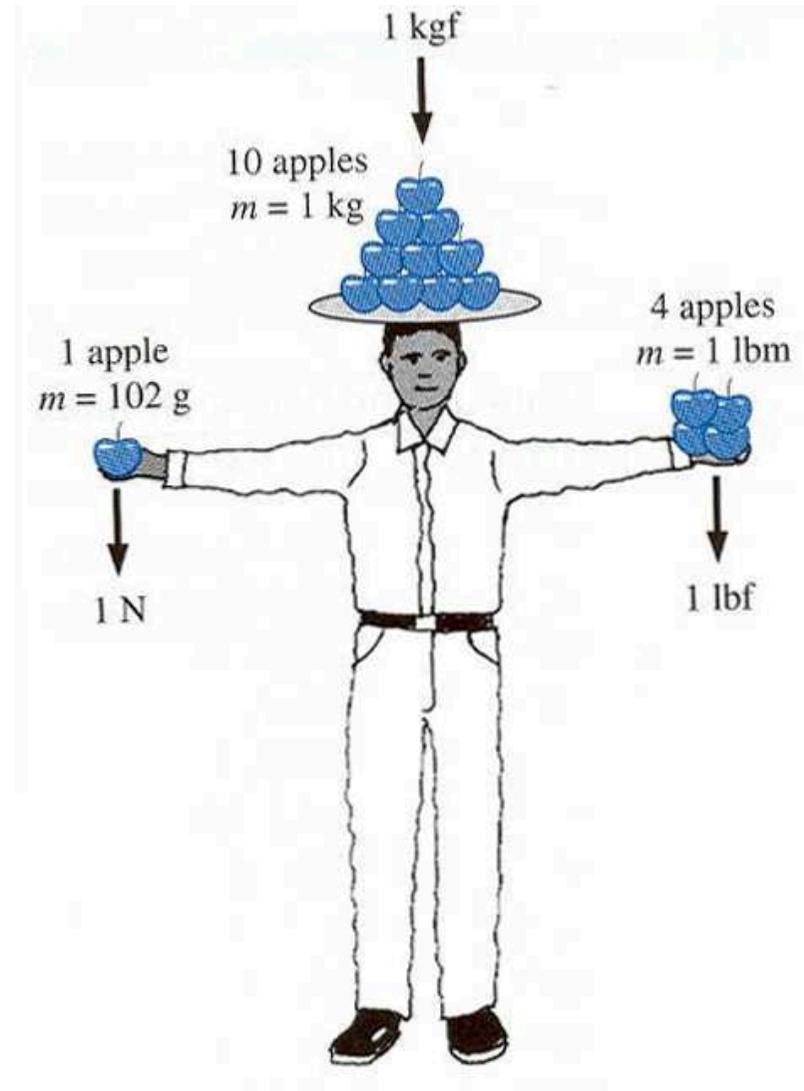
$$m = 32.174 \text{ lbm} \xrightarrow{a = 1 \text{ ft/s}^2} \mathbf{F = 1 \text{ lbf}}$$

$$1 \text{ kg} = 2.2046226 \text{ lbm}$$

$$1 \text{ m} = 3.2808 \text{ ft}$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ N} = 0.22481 \text{ lbf}$$



Dica para evitar erros

Guardar a traçabilidade de todas as unidades em todas as equações!

100!

Exemplo (1)

Um objeto ao nível do mar possui uma massa de 400 kg.

(a) Encontre o peso deste objeto na Terra.

(b) Encontre o peso deste objeto na Lua onde a aceleração da gravidade local é 1/6 da terrestre.

$$(a) \quad W_t = (400 \text{ kg}) \left(9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 3922.8 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right) = 3922.8 \text{ N}$$

$$(b) \quad W_t = (400 \text{ kg}) \left(\frac{9.807 \text{ m}}{6 \text{ s}^2} \right) = 653.8 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right) = 653.8 \text{ N}$$



Exemplo (2)

O número de Reynolds, Re, é um parâmetro sem dimensão:

$$Re = \rho VD/\mu$$

Avalie Re para a água escoando a uma velocidade média de 1 m/s em um tubo de diâmetro 50 mm. As propriedades de transporte são: densidade (ρ) = 1 g/cm³ e viscosidade (μ) = 10⁻³ N/m²s

$$Re = \frac{1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 1 \text{ (m/s)} \cdot 0.05 \text{ (m)}}{0.001 \text{ (kg/m}\cdot\text{s)}} = 50000 \text{ (---)}$$

Seja consistente com as unidades.

Não misture (cm) com (m), (g) com (kg). Sempre use o mesmo sistema de unidades.