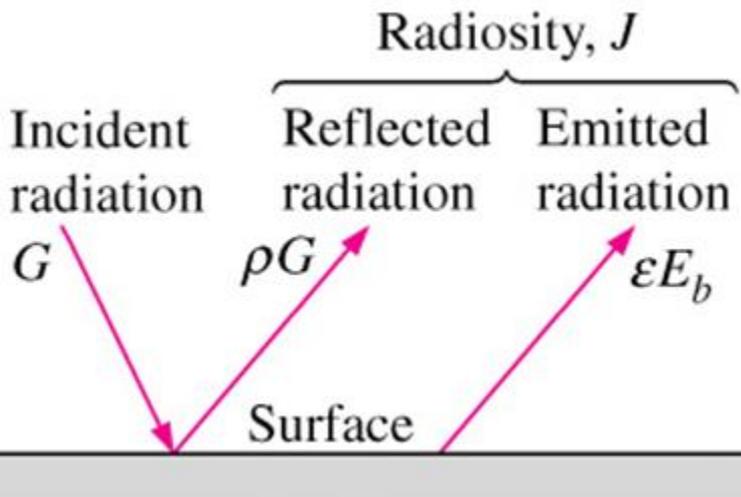


TRANSFERÊNCIA DE CALOR: RADIAÇÃO – RESISTÊNCIA



- **RADIAÇÃO TÉRMICA ORIUNDA DE UMA SUPERFÍCIE**
- **LEI DE KIRCHHOFF (PARA RADIAÇÃO TÉRMICA)**
- **RADIAÇÃO: SUPERFÍCIE REAL EM VIZINHANÇA CONHECIDA**
- **RESISTÊNCIA TÉRMICA DE RADIAÇÃO**

Radiação oriunda de uma superfície



- Radiosidade (J) de uma superfície
 - Energia (total) de radiação deixando uma dada superfície por unidade de tempo e por unidade de área
 - Para uma superfície cinza e opaca:

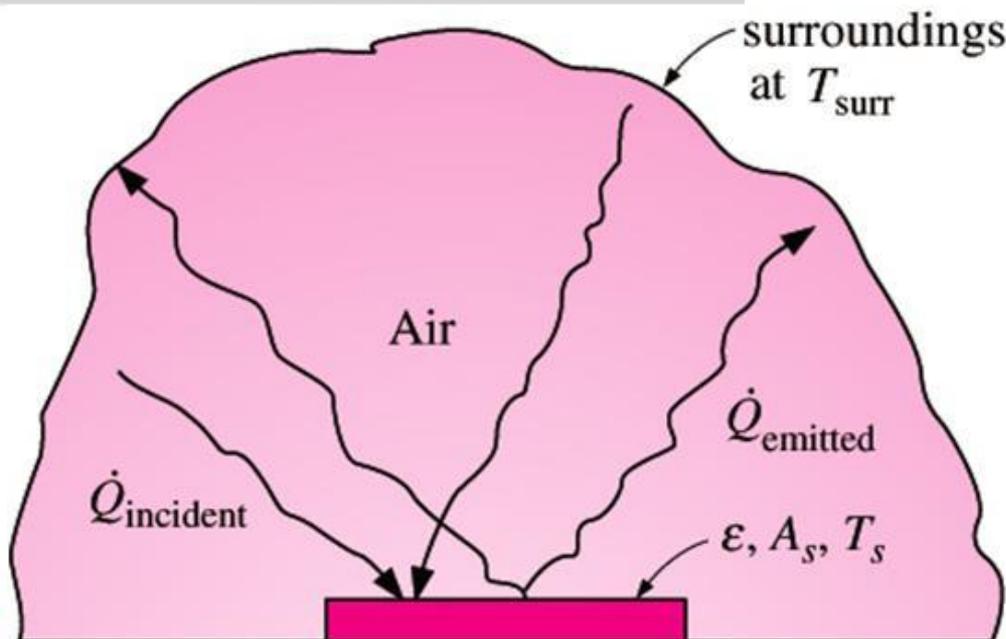
$$J = \rho G + \epsilon e_b = (1 - \alpha)G + \epsilon e_b$$

$$\rho = 0, \alpha = \epsilon = 1 \quad \downarrow \quad \text{corpo negro}$$

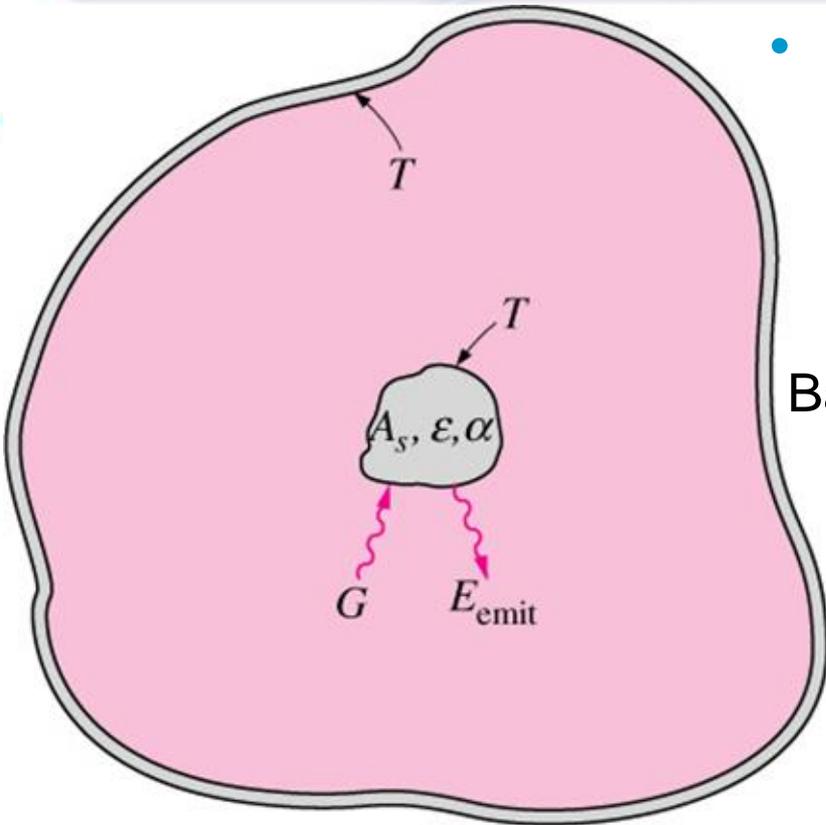
$$J = e_b = \sigma T_b^4$$

$$T_b = T_{\text{surr}} \quad \downarrow \quad \text{vizinhança}$$

$$J_{\text{surr}} = e_{\text{surr}} = \sigma T_{\text{surr}}^4$$



Lei de Kirchhoff p/ radiação térmica



- Pequeno corpo em grande recinto: ambos à mesma temperatura (T)
 - Equilíbrio térmico: corpo \leftrightarrow ambiente



Balanço de energia (radiação térmica) no corpo

$$\dot{Q}_{em} = \dot{Q}_{abs} \Rightarrow A_s \epsilon \sigma T^4 = A_s \alpha \sigma T^4$$



Lei de Kirchhoff: $\epsilon(T) = \alpha(T)$

- Diferença de temperatura: corpo \leftrightarrow fonte de radiação
 - Centenas de K \rightarrow não se recomenda usar lei de Kirchhoff

Superfície em vizinhança conhecida

- Superfície real em vizinhança a temperatura conhecida
 - Balanço de energia = radiação emitida – radiação absorvida

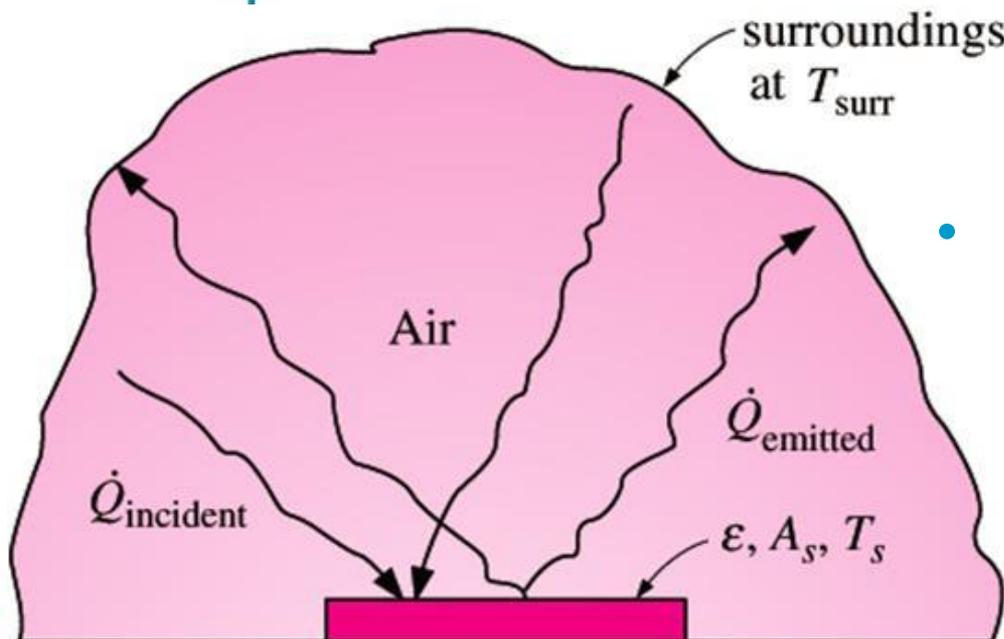
$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \dot{Q}_{\text{em}} - \dot{Q}_{\text{abs}} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{rad}} = A_s \varepsilon \sigma T_s^4 - A_s \alpha \sigma T_{\text{surr}}^4$$

Lei de Kirchhoff (para radiação térmica) $\downarrow \alpha = \varepsilon$

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = A_s \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{surr}}^4)$$

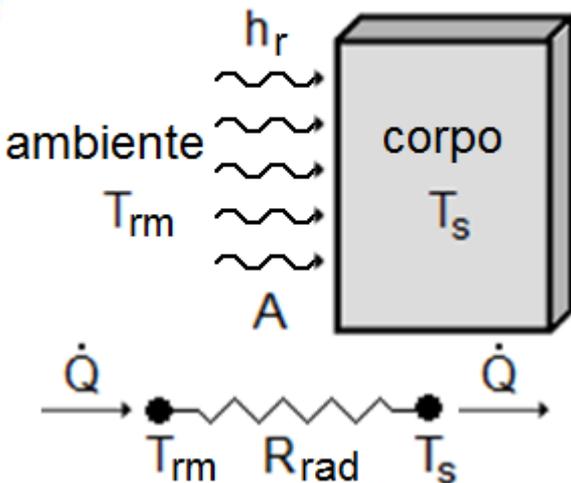
- **Atenção nos cálculos:** sempre usar temperaturas absolutas

- K $\rightarrow \sigma = 5,670 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
- R $\rightarrow \sigma = 0,1714 \times 10^{-8} \text{ Btu}/(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4)$



Resistância térmica de radiação

transferência de calor por radiação



- Analogia com circuito elétrico:

Grandeza elétrica	Grandeza térmica
diferença de potencial	diferença de temperatura
corrente elétrica	taxa de transferência de calor
resistência elétrica	resistência térmica

$$I = \frac{\Delta V}{R} \xrightarrow{\text{analogia}} \dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{\text{term}}}$$

$$\dot{Q} = A\varepsilon\sigma(T_{\text{rm}}^4 - T_s^4) \Rightarrow \dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{\text{rad}}}$$

Resistência de radiação

$$R_{\text{rad}} = \frac{1}{h_r A}$$

$$h_r = \varepsilon\sigma(T_s^2 + T_{\text{rm}}^2)(T_s + T_{\text{rm}})$$