

Atividade experimental 3

Cubo de Leslie e a emissividade

Atividade preparatória

Esta atividade deve ser realizada antes da sessão experimental. O objetivo é familiarizar os alunos com os conceitos de radiação térmica e emissividade, que serão explorados com o espetrómetro no laboratório.

A emissividade é uma propriedade das superfícies que quantifica a sua capacidade de emitir radiação térmica em comparação com um corpo negro ideal. Varia entre 0 e 1:

- Superfícies **pretas e rugosas** tendem a ter emissividade próxima de 1.
- Superfícies **polidas ou metálicas** têm emissividade muito inferior.

A Lei de **Stefan-Boltzmann** continua válida, mas o valor da irradiação emitida por uma superfície real é ajustado pela emissividade ε ,

$$P = \varepsilon \sigma T^4$$

onde, como habitualmente, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

Com esta informação, determine a radiância de superfícies com emissividades $\varepsilon = 0.5$ ou 0.9 considerando uma temperatura 250 ou 350 K.

	$\varepsilon = 0.5$	$\varepsilon = 0.9$
250 K		
350 K		

Objetivos

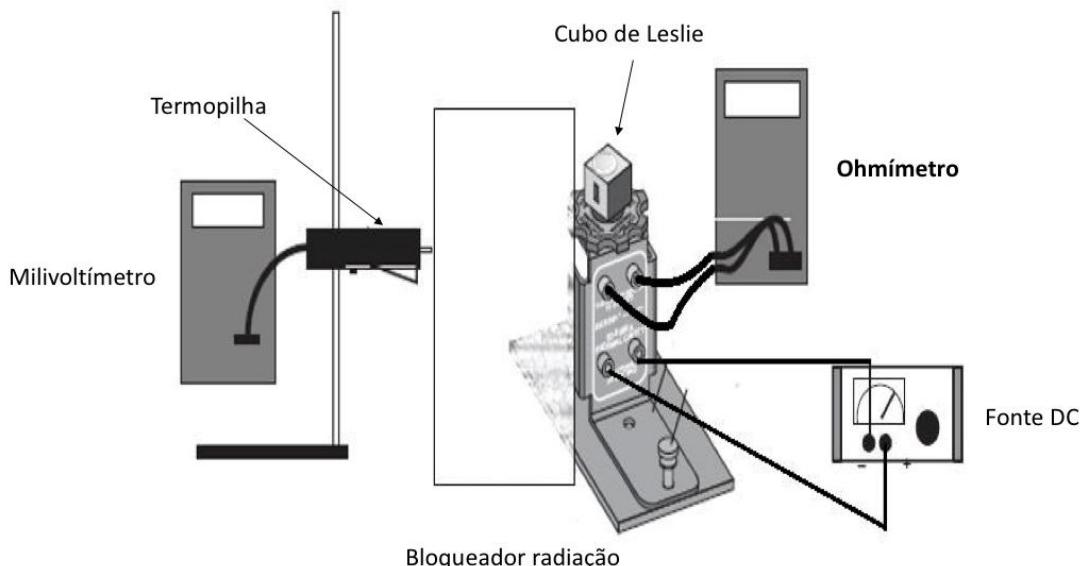
Verificar a Lei de Stefan-Boltzmann a baixa temperatura e estudar a emissividade das faces de um cubo revestido com diferentes materiais, e comparar diferentes formas de medir temperatura.

Material

- Caderno para registo de dados experimentais
 - Cubo de Leslie (faces preta, branca e polida)
 - Sensor de radiação térmica (termopilha)
 - Placa isoladora
 - Fonte de alimentação (10V máx.)
 - Milivoltímetro (DC)
 - Ohmímetro
 - Termopar

Procedimento

Monte o esquema experimental e atente nos cuidados a ter com a tensão e a temperatura no cubo.



1. Anote a temperatura ambiente com o termopar e meça a resistência do termíster dentro do cubo (terminais brancos). Ajuste uma das faces do cubo de forma que a termopilha fique

- a apontar para o centro de uma das faces. Preste especial atenção i) à orientação relativa entre a termopilha e a superfície de interesse, e ii) à distância entre ambos.
2. Coloque a placa isoladora com a parte refletora virada para o cubo. Coloque o termopar na cavidade do cubo e monitorize a temperatura.
 3. Ligue a fonte de alimentação perto dos 10V e deixe aquecer até aos 40°C.
 4. Registe o fator de calibração da termopilha.
 5. Em intervalos de temperatura definidos (até aos 90°C) e medidos pelo termopar, registe a irradiação incidente na termopilha, a temperatura registada pelo termopar e termísteror dentro da cavidade. A cada medida retire a placa isoladora da frente do cubo **somente por 3 segundos**. No ciclo de aquecimento considerar apenas duas das faces.
 6. Aproveitando o arrefecimento do cubo, escolha repita as medições na terceira face do ponto anterior de forma descendente (bastando desligar a fonte de alimentação).

Observação:

A temperatura e a resistência do termísteror estão relacionadas através da expressão:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln\left(\frac{R}{10}\right) + C \left(\ln\frac{R}{10}\right)^2 + D \left(\ln\frac{R}{10}\right)^3$$

$$A = 3.35 \times 10^{-3} \quad B = 2.56 \times 10^{-4} \quad C = 2.38 \times 10^{-6} \quad D = 8.37 \times 10^{-8}$$

Discussão

- Compare os métodos de obtenção da temperatura do cubo. Qual deles é mais rigoroso? Quais as fontes de erro que justificam as diferenças?
- Represente graficamente a radiação incidente na termopilha em função de $T_{\text{cubo}}^4 - T_{\text{sensor}}^4$, assumindo que T_{sensor}^4 se manteve constante e igual à temperatura ambiente.
- Como o fator geométrico de perdas não é conhecido, considerar que a superfície mais emissora tem emissividade igual a 1.
- Comente a validade da Lei de Stefan-Boltzmann na gama de temperaturas estudada. Como é que a radiação incidente na termopilha se compara para as diferentes superfícies?