



# Universidade Federal do Paraná

## Departamento de Física

### Laboratório de Física Moderna

## Bloco 02: A Lei de Stefan-Boltzmann

Todo e qualquer corpo acima de 0 K emite radiação eletromagnética. A intensidade da radiação emitida depende da temperatura absoluta do corpo, sendo que a curva da intensidade em função do comprimento de onda  $I(\lambda)$ , chamada radiância espectral, é suave passando por um máximo. À medida que o corpo esquenta a radiação emitida vai do infravermelho ao rubro, ao amarelo até o branco. A explicação correta da emissão de radiação eletromagnética a partir do corpo aquecido necessita, além do conhecimento do eletromagnetismo clássico, da hipótese da quantização, introduzida por Planck em 1900. A radiância total integrada (de  $\lambda$  zero até  $\infty$ ) obedece à Lei de Stefan - Boltzmann:

$$E = \sigma T^4,$$

na qual  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$  é a constante de Stefan- Boltzmann e a temperatura absoluta aparece na quarta potência.

No caso de corpos reais aquecidos mergulhados num meio, também em temperaturas diferentes de 0 K, a Lei de Stefan- Boltzmann se altera para:

$$E = s(T_1^4 - T_2^4),$$

na qual  $T_1$  é a temperatura do corpo,  $T_2$  é a temperatura do ambiente e  $s$  é uma constante que depende do ambiente e do corpo, em especial da forma e do tipo de superfície.

### Experimento

Neste experimento você investigará a Lei de Stefan-Boltzmann usando o cubo de Leslie que tem superfícies emissoras diferentes: preta, branca, fosca e metálica, o qual pode ser aquecido internamente com uma lâmpada incandescente comum. Este cubo servirá como corpo emissor de infravermelho. A temperatura pode ser convertida a partir da leitura do termistor embutido na parede do cubo. Existe uma tabela de conversão de ohms do termistor para temperatura Celsius junto ao equipamento.

Para detectar a radiação infravermelha usa-se o detetor tipo termopilha. Este detetor detecta infravermelho igualmente desde 0,5 a 40 mm. A voltagem produzida pelo sensor é proporcional à radiação que incide no mesmo menos a radiação que o abandona. Este detetor vai ligado diretamente no voltímetro. Proteja-o sempre por um ou

dois protetores foscos que fornecemos. Isto evita que a temperatura do detetor mude durante o experimento. Vamos ao experimento:

- 1) Meça a temperatura do cubo antes de aquecê-lo. Note que quando a temperatura do emissor e do detetor é igual não se detecta radiação.
- 2) Aqueça o cubo por uns 15 graus. Tem um botão de controle na lateral do cubo. Deixe estabilizar. Antes de medir a emissão responda a esta pergunta: Qual superfície emite melhor a radiação: a preta, a branca, a fosca ou a metálica?
- 3) Agora responda a pergunta com medidas. É necessário colocar superfície emissora e detetor sempre na mesma geometria!
- 4) Selecione a superfície mais emissora e meça o sinal do detetor para várias temperaturas (cinco a dez) do cubo de Leslie. Anote temperaturas e sinais medidos com o detetor.
- 5) Faça um gráfico da voltagem medida com o detetor ( $V_D$ ) contra  $T^4 - T_{amb}^4$ . Verifique a Lei de Stefan- Boltzmann.
- 6) Coloque agora a sua mão na frente do detetor na mesma distância em que foi medida a radiação do cubo. Meça o sinal. A partir do gráfico acima estime a temperatura da sua mão.
- 7) O detetor pode ser usado para medir outras temperaturas no laboratório. Lâmpadas por exemplo. Um cubo de gelo ou uma latinha de refrigerante gelado, outro exemplo.
- 8) Não esqueça do vapt-vupt!

UFPR- Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Relatório Vapt-Vupt

## Bloco 02: A Lei de Stefan - Boltzmann

1) Faça um desenho esquemático da montagem experimental.

2) Meça a temperatura ambiente.

3) Após aquecer, meça a temperatura nas diferentes superfícies do cubo. Anote abaixo. Qual superfície emite melhor a radiação infravermelha?

4) Colete os dados e faça um gráfico de  $V_D$  contra  $T^4 - T_{amb}^4$ . Encontre a constante de Stefan- Boltzmann.

VD ( )	T ( )	$T^4 - T_{amb}^4$ ( )

5) O que você conclui?

6) Qual a temperatura estimada da sua mão?