

Laboratório de Física Moderna

Radiação de Corpo Negro

Aula 02

Marcelo Gameiro Munhoz
munhoz@if.usp.br

Objetivo

- Verificar **se** a curva de Planck descreve a radiância espectral emitida por uma lâmpada de filamento (o corpo negro que utilizaremos) e, **caso isso seja observado, em que condições isso ocorre**

Lâmpada de Filamento

- Lâmpada: filamento metálico envolto por um bulbo de vidro selado que contém um gás a baixa pressão.
- O filamento é um elemento resistivo não linear, que se aquece com a passagem da uma corrente elétrica (efeito Joule).
- O filamento mais comum é o de tungstênio, pois ele se aquece a uma temperatura suficientemente elevada para que luz visível seja emitida.



Procedimento de Medida e Análise

1. Medir a temperatura da lâmpada de filamento para termos controle sobre os parâmetros do nosso experimento
2. Medir a radiância espectral dessa lâmpada
3. Analisar os dados buscando ajustar a curva de Planck à radiância espectral medida
4. Qual foi o resultado? Como podemos explorar os dados? E o que podemos concluir do experimento?

Análise

3. Ajustar a curva de Planck à radiância espectral medida

- Gerar o gráfico de intensidade \times comprimento de onda
 - Usar o Webroot
 - Abrir com o Webroot (<http://webroot.if.usp.br>)
 - Carregar os dados de comprimento de onda e intensidade da radiação medida da planilha para o programa
 - Gerar o gráfico

Análise

3. Ajustar a curva de Planck à radiância espectral medida

- Ajustar a curva de Planck
- No webrout a função de Planck em termos do comprimento de onda pode ser escrita como:

$$\rho_T(\lambda)d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda$$

$$f(x) = [0] \frac{8\pi [1] c}{x^5} \frac{1}{e^{\frac{[1]c}{x[2]}} - 1} + [3]$$

- onde: [0] é só uma normalização; [1] é a constante de Planck; [2] é kT e [3] é uma constante que representa o fundo

Análise

3. Ajustar a curva de Planck à radiância espectral medida

- Ajustar a curva de Planck
 - No webroot a função de Planck em termos do comprimento de onda pode ser escrita como:
 - $([0]*8*3.1416*[1]*3e8/(x*x*x*x*x))^*1/(exp([1]*3e8/(x*[2]))-1)+[3]$

$$f(x) = [0] \frac{8\pi [1] c}{x^5} \frac{1}{e^{\frac{[1]c}{x[2]}} - 1} + [3]$$

- onde: [0] é só uma normalização; [1] é a constante de Planck; [2] é kT e [3] é uma constante que representa o fundo

Análise

3. Ajustar a curva de Planck à radiância espectral medida

- Ajustar a curva de Planck
 - Inicialmente, sobreponha um gráfico dessa função para encontrar os parâmetros que mais se aproximam dos dados
 - Comece com: $[0]=1$, $[1]=6.6e-34$, $[2]=1.38e-23*T$, $[3]=$ valor para onde convergem os dados para valores alto de comprimento de onda
 - Procure modificar o primeiro parâmetro até obter uma curva parecida
 - Usando esse valores como “chute” inicial, tente o ajuste

Análise

4. **Qual foi o resultado? O que podemos concluir do experimento?**
 - Qual é a nossa intenção ao se tentar ajustar a curva de Planck aos dados? Estamos tentando “comprovar” a validade das hipóteses de Planck? Como podemos “encarar” esse experimento?

Análise

4. Qual foi o resultado? O que podemos concluir do experimento?

- A lâmpada é um corpo negro ideal?
 - Existe um corpo negro ideal?
 - O que significa um sistema físico real se comportar como um corpo negro?
- Então como podemos lidar experimentalmente com um objeto que acreditamos se **comportar** como um corpo negro?

Análise

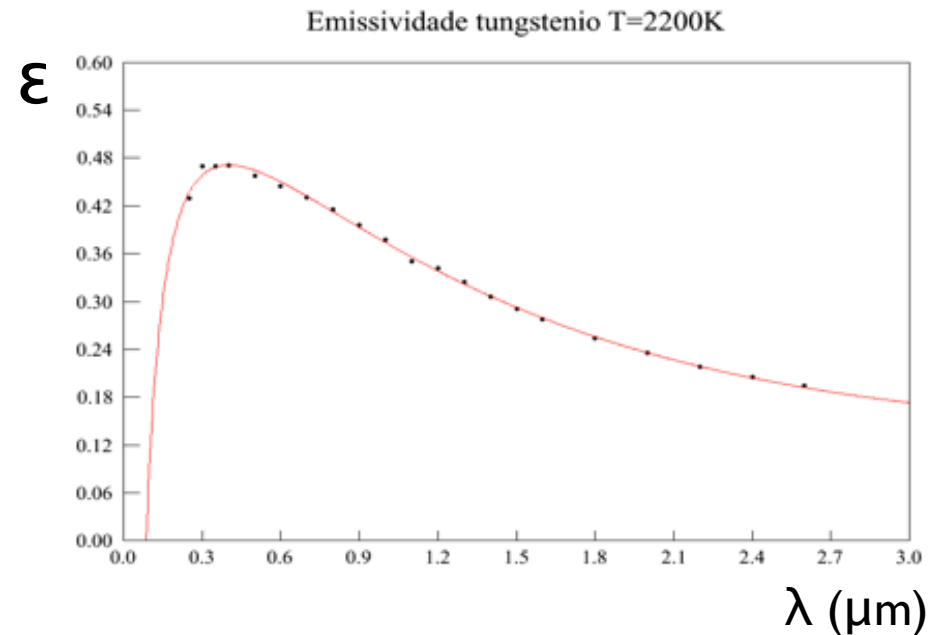
4. Qual foi o resultado? O que podemos concluir do experimento?

- A emissividade total (ε) é uma quantidade adimensional que assume valores entre 0 e 1. Para uma superfície perfeitamente refletora, $\varepsilon=0$ (espelho perfeito) e, para uma superfície perfeitamente absorvedora, $\varepsilon=1$ (corpo negro ideal).
- A absorptividade total também é uma quantidade adimensional e assume valores semelhantes à emissividade total. Mas, em geral, a absorptividade total e a emissividade total dependem da temperatura.

Análise

4. Qual foi o resultado? O que podemos concluir do experimento?

- A princípio, a emissividade da lâmpada, que representa a fração de radiação emitida em relação à radiação total produzida, para cada comprimento de onda é dada pela figura ao lado
- É preciso aplicar essa correção? Como determinar isso? E como aplicar a correção?



Curva ajustada na figura acima:
 $e(x) = 0.1402 + 0.703 \cdot \exp(-0.8457 \cdot x) - 0.0683/x$

Análise

- 4. Qual foi o resultado? O que podemos concluir do experimento?**
 - Como estimar as incertezas e considera-las na análise do resultado final?
 - Como considerar os efeitos de fenômenos espúrios (isto é, aqueles que não queremos medir) neste experimento?

Análise

4. **Qual foi o resultado? O que podemos concluir do experimento?**

- Como minimizar efeitos espúrios?
 - O espectrofotômetro mede apenas a radiação emitida pela lâmpada?
 - Podemos ajustar todo o espectro de radiância espectral? Por quê?
 - A abertura do sensor influencia no resultado?

Atividades para o Próximo Encontro

- Realizar os ajustes da curva de Planck aos dados buscando diferentes maneiras de se analisar e explorar os dados
- Mostrar os resultados finais da análise, discutindo as conclusões extraídas