

Evidências Experimentais da  
Natureza Quântica da  
Radiação e da Matéria

**Radiação de Corpo Negro**  
**Aula 02**

Marcelo Gameiro Munhoz  
João Pedro Ghidini da Silva  
Leonardo Barreto de Oliveira Campos

# Objetivo

- Verificar **se** a curva de Planck de fato 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?

# Procedimento

## I. Medir a temperatura da lâmpada de filamento

- Podemos obter a temperatura da lâmpada a partir da expressão:

$$\frac{R}{R_0} = \left( \frac{T}{T_0} \right)^{1,24}$$

- onde:
  - $R$  = resistividade do filamento na temperatura  $T$
  - $T_0$  = temperatura da sala
  - $R_0$  = resistividade do filamento na temperatura  $T_0$ .  
Depende da fabricação da lâmpada, sendo a que utilizamos igual a  $1\Omega(+/-)5\%$

# Procedimento

## **2. Medir a radiância espectral da lâmpada de filamento**

- Vamos utilizar um instrumento chamado espectrofotômetro.
- O espectrofotômetro mede a energia irradiada (em uma unidade arbitrária) em função do comprimento de onda (ou frequência) a partir da lei de Bragg
- Medir a radiância espectral para 5 temperaturas diferentes da lâmpada

# Análise

## 3. Ajustar a curva de Planck à radiância espectral medida

- Copiar os dados obtidos na aula passada para uma planilha
- Transformar a medida de posição angular para comprimento de onda

$$\lambda = (0.001/300) \cdot \text{sen}(\theta) \text{ em metros}$$

# 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 webrout 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

# Sequência da Aula

- Preparar os dados para ajustar a curva de Planck e compartilhar no Webroot com o professor colocando como título Grupo(Período-Turma)\_Número (por exemplo, GrupoD-TI\_I)
- Realizar os primeiros ajustes da curva de Planck aos dados com todos os parâmetros livres
- Refletir sobre os resultados e em como prosseguir com a análise