

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 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

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_1)
- 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