

UFSC – DEPARTAMENTO DE FÍSICA
FSC 5151: Laboratório de Física Moderna I

RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

OBJETIVOS

- Estudar as características da radiação emitida por um corpo aquecido em diferentes temperaturas.
- Reproduzir a lei da radiação de Planck.

FUNDAMENTOS

A energia total emitida por um corpo aquecido à temperatura T é dada pela área sob a curva da distribuição espectral representada na figura 1.

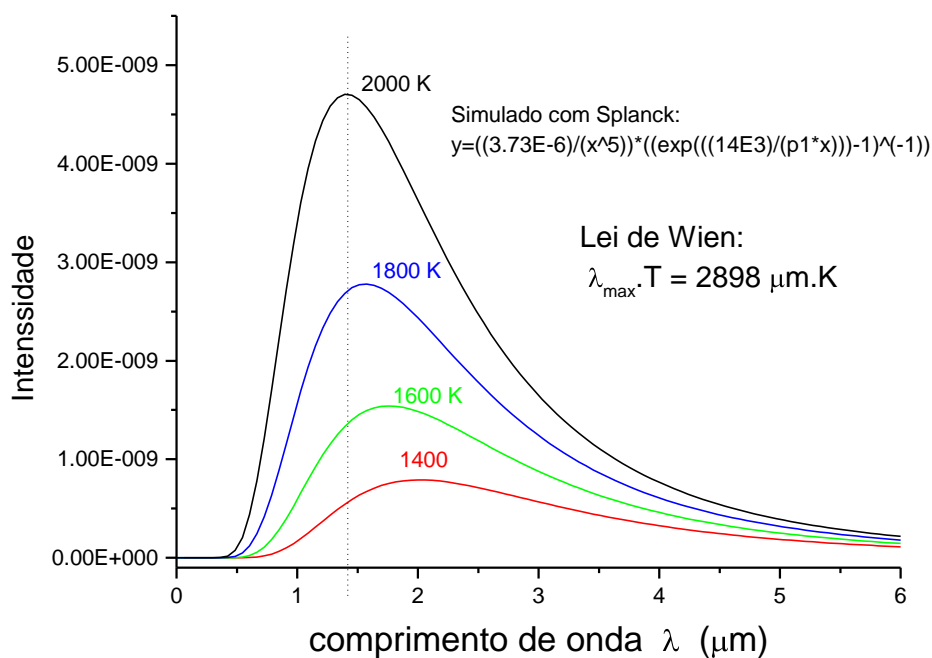


Figura 1. Distribuição espectral da radiação do corpo negro

A partir da equação de distribuição espectral estabelecida por Planck:

$$(1) \quad W_{\lambda} = \frac{2c^2 h \lambda^{-5}}{e^{\frac{hc}{\lambda k T}} - 1}$$

Onde: λ = comprimento de onda da radiação;

W_λ = energia emitida por metro quadrado por segundo por unidade de comprimento de onda;

$c = 3,00 \times 10^8$ m/s (velocidade da luz);

$h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s (constante de Plank), e

$k = 1,381 \times 10^{-23}$ J/K (constante de Boltzmann).

Boltzmann obteve por integração na faixa total de comprimento de onda desde $\lambda=0$ até $\lambda=\infty$, a seguinte relação:

$$W = \sigma T^4 \quad (2)$$

Onde: $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ W/m²·K⁴ ($\sigma = (2\pi^5 k^4) / 15c^2 h^3$)

Conhecida por lei de Boltzmann. A eq. 2 também se verifica para aqueles corpos que não podem ser classificados como negros, mas que refletem uma pequena quantidade de energia eletromagnética independente da freqüência. Estes são chamados de “corpos cinza”.

No atual experimento se utiliza o filamento incandescente de uma lâmpada elétrica, o qual se comporta como um corpo cinza.

Termo-pilha de Moll

A termo-pilha de Moll consiste de vários termo-elementos ligados em série para produzir tensões ($V_{Term.}$) mais elevadas e assim ser utilizada como sensor de radiação para uma larga faixa espectral, abrangendo desde ultra-violeta até infravermelho (150 nm até 15 nm). A figura 2 apresenta a seção longitudinal da termo-pilha em questão.

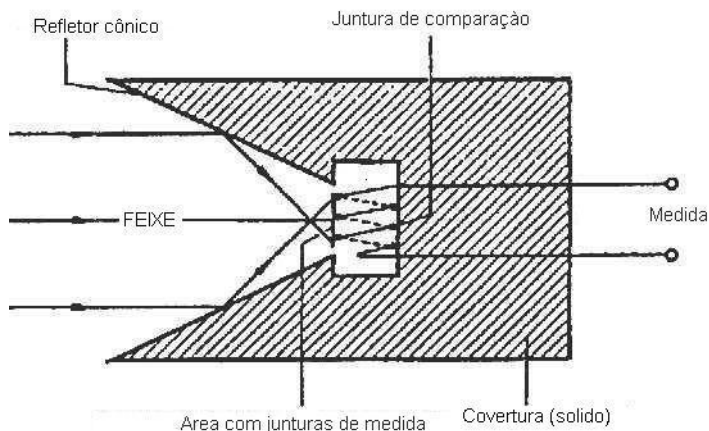


Figura 2. Seção longitudinal da termo-pilha de Moll

Para o filamento incandescente da lâmpada colocada a uma distância fixa da termo-pilha, o fluxo de energia ϕ incidente sobre a termo-pilha é proporcional à potência radiada, conforme indicado pela eq. (2). Como o fluxo da energia incidente na termo-pilha é proporcional a sua tensão de saída ($V_{\text{Term.}}$), pode-se estabelecer:

$$V_{\text{Term.}} = a(T^4 + T_o^4) \quad (3)$$

onde: a = constante de proporcionalidade;

T_o = temperatura da termo-pilha (devido ao fato da termo-pilha estar à temperatura ambiente, ela também emite radiação térmica).

No presente experimento tem-se $T_o \ll T$, assim:

$$V_{\text{Term.}} = aT^4 \quad (4)$$

Para a temperatura do filamento incandescente se tem a dependência:

$$R = R_o(1 + \alpha t + \beta t^2) \quad (5)$$

onde: t = temperatura do filamento em $^{\circ}\text{C}$;

R_o = resistência do filamento em a 0°C ;

$\alpha = 4,82 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$ e,

$\beta = 6,76 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-2}$.

Exprimindo t da eq. (5) e se utilizando a relação entre a temperatura absoluta e a temperatura na escala Celsius ($T = t + 273$), tem-se:

$$T = 273 + \frac{1}{2\beta} \left[\sqrt{\alpha^2 + 4\beta \left(\frac{R_{(t)}}{R_o} - 1 \right)} - \alpha \right] \quad (6)$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PRESTON/DIETZ, The Art of Experimental Physics, New York, John Wiley, 1991
2. EISBERG, R. M., Física Quântica, 6^a Ed. Rio de Janeiro, Campus, 1988.
3. REIF, Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, 1965.
4. JACKS, D. H. and DUBOIS, R., Am., J. Phys., 40,1179 (1972)
5. <http://www.perkinelmer.com>-Application note Thermopile Sensor.

PRÉ-RELATÓRIO

1. Defina o corpo negro e o radiador de cavidade.
2. Enuncie a lei de Stefan-Boltzmann.

3. Enuncie a lei de Wien.
4. Utilizando o gráfico da distribuição espectral (ver figura 1), explique o comportamento da radiação do corpo negro.
5. Faça um resumo das tentativas da Física Clássica explicar a distribuição espectral da radiação do corpo negro.

RELATÓRIO

- 1- Analise as suas curvas espectrais: a) Elas obedecem a lei de Wien? ; b) Obedecem a lei de Stefan-Boltzmann?
- 2- Tente ajustar pelo menos uma das suas curvas espectrais com a equação de Planck (você vai precisar usar o programa Origin versão 5.0 ou superior). Calcule a constante de Planck e compare com o valor tabelado.

Tabela . utilize o valor de $R_0 = 1,10 \Omega$ na eq. (6)

V_{voltagem} (V)	I (A)	R (Ω)	Temp (K)