

Olimpíadas de Física 2008

Seleccção para as provas internacionais

Prova Experimental B

Sociedade Portuguesa de Física

24/Maio/2008

Lampadina radiante

Duração da prova: 2 h

1 Material

- lâmpada de 6 V
- potenciómetro (reóstato)
- 2 multímetros
- 6 fios de ligação
- 4 pilhas de 1,5 V
- termómetro
- papel milimétrico

2 Descrição

Uma lâmpada de incandescência é constituída por uma envólucro de vidro, contendo um gás inerte a baixa pressão, no interior do qual um filamento metálico é elevado ao rubro pela passagem de uma corrente eléctrica. O metal mais comumente usado em lâmpadas de incandescência é o tungsténio, devido ao seu elevado ponto de fusão (3695 K).

A potência eléctrica P fornecida à lâmpada é dissipada de duas formas: por um processo de condução de calor do filamento para o exterior através do gás rarefeito no interior da lâmpada e do vidro, e por um processo de radiação. As leis físicas que descrevem estes processos determinam que

$$P = \alpha(T - T_0) + \beta(T^4 - T_0^4)$$

onde α e β são constantes que caracterizam os processos de condução de calor e radiação, respectivamente. Nesta expressão T e T_0 são, por esta ordem, as temperaturas absolutas do filamento e do ambiente.

Uma vez que é difícil medir a temperatura do filamento da lâmpada, pode usar-se uma medida indirecta, através da variação da resistividade do tungsténio com a temperatura. A Fig. 1 mostra como a resistência (normalizada à resistência à temperatura ambiente) de um fio de tungsténio varia com a temperatura; verifica-se que entre a temperatura ambiente e próximo do ponto de fusão do metal, os dados experimentais são bem descritos pela lei empírica

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

sendo $\gamma = 1.2183$.

3 Execução

1. Monte o circuito da Fig. 2 e verifique que consegue controlar o brilho da lâmpada rodando o botão do potenciômetro.
2. Aumente gradualmente a diferença de potencial aplicada à lâmpada, manipulando o potenciômetro, medindo pares de valores U, I desde $U = 0$, até $U = 6,0$ V. Tenha o cuidado de deixar estabilizar as medidas antes de cada medição. Apresente os resultados na forma de uma tabela.
3. Determine a resistência normalizada R/R_0 e a temperatura do filamento da lâmpada para cada um dos pares de valores que mediu na alínea anterior.
4. Faça os gráfico $U(I)$, e $P(T)$, onde T é a temperatura do filamento da lâmpada.
5. Mostre, usando um gráfico adequado com valores experimentais, que para baixas temperaturas o processo de condução é dominante, mas que para altas temperaturas predomina o processo de radiação.
6. Determine os parâmetros α e β para a lâmpada.
7. Sabendo que a emissividade média do tungstênio é $\epsilon = 0,4$ e o valor da constante de Stephan-Boltzmann $\sigma = 5,6704 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$, relacione β com estas constantes e determine a área efectiva de emissão do filamento de tungstênio.

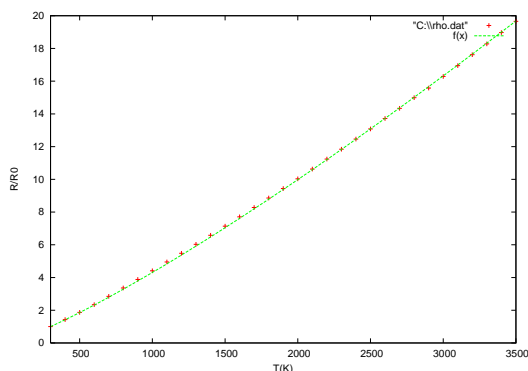


Figura 1: Variação da resistência do tungstênio com a temperatura. A linha contínua representa a função de ajuste $R = R_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^\gamma$.

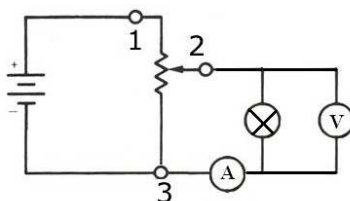


Figura 2: Montagem experimental.