



“Um calorímetro para alta temperatura com elementos Peltier”

PIBIC/CNPQ
R.D dos Reis, F.G. Gandra.
IFGW, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil
Calorimetria – Peltier – Efeito Magnetocalórico
ricardosquee@yahoo.com.br



Resumo

O projeto consiste na construção de um calorímetro para altas temperaturas com elementos Peltier, para a determinação do efeito magnetocalórico de alguns materiais em torno de +/- 50 C ao redor da temperatura ambiente. Para isto, construímos um protótipo e desenvolvemos um programa de controle deste equipamento utilizando Visual Basic. Como suporte da amostra foi utilizado um elemento Peltier que escoar parte de calor fornecido para o reservatório térmico e que também fornece a medida da diferença de temperatura entre as suas placas. Além disso, é robusto podendo suportar massas relativamente grandes e os torques magnéticos a que a amostra fica submetida. Foram desenvolvidos dois protótipos: no primeiro deles um elemento foi colado a uma base de alumínio e um controlador de temperatura mantém a temperatura da placa superior deste Peltier no valor desejado. Já o segundo elemento foi colado sobre o primeiro e se constitui no elemento sensor, compondo o calorímetro propriamente dito. Este protótipo trabalhava utilizando o método de relaxação térmica. No segundo protótipo utilizamos apenas um elemento Peltier, que está colado sobre uma superfície de cobre de um sistema de dedo frio para a variação de temperatura. Ambas as montagens foram fechadas dentro de um recipiente de Al, onde se faz vácuo. Nosso objetivo é medir a capacidade térmica e entropia de amostras que apresentam transição magnética ao redor de 300K na presença ou não de campo magnético. Alguns testes foram realizados com amostra padrão de Gd. Este calorímetro será utilizado no estudo do efeito magnetocalórico de compostos binários (tipo MnAs) ou ternários (como Gd₂Ge₂Al₂). A partir dos dados de calor específico, podemos determinar a variação de entropia magnética, com e sem campo B.

Resultados

✓ Fotos do primeiro protótipo do calorímetro construído utilizando dois elementos Peltier, o inferior funcionando como bomba de calor e o superior como o suporte para a amostra.

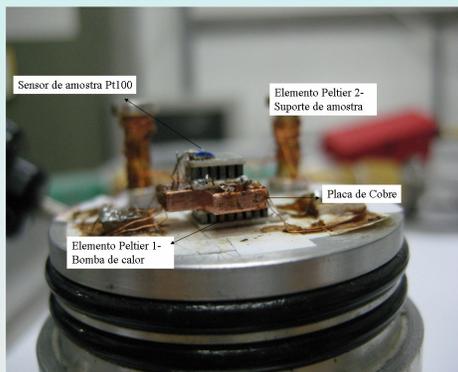


Figura 1 – Vista lateral do calorímetro Peltier. A base de Al permanece, neste caso, em temperatura ambiente e o Peltier inferior é responsável por variar a temperatura de medida (260<T<340K). Sobre ele, uma base de Cu ajuda a estabilizar a temperatura e auxilia no ancoramento térmico da fiação. No topo, o Peltier que mede a diferença de temperatura entre amostra e o sistema, com o aquecedor e sensor de platina.

Este protótipo inicial utilizava o método de relaxação térmica para as medidas, a seguir apresentamos uma tela do programa, que foi desenvolvido, e uma curva de decaimento obtida pelo mesmo.

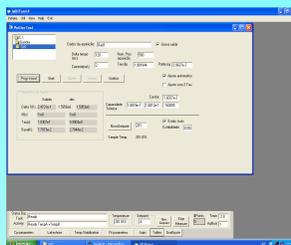
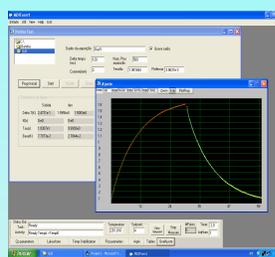
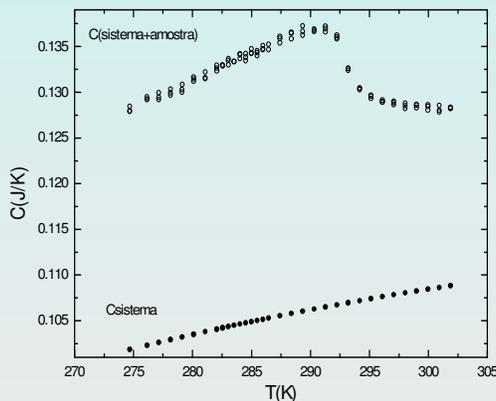


Figura 2 – Tela Inicial do programa. Nela estão todos os parâmetros utilizados para a realização do experimento e os parâmetros de ajuste.

Figura 3 – Curva de decaimento típico do método de relaxação térmica, feita durante a medida de uma amostra padrão de gadolínio.



✓ Abaixo temos uma curva de capacidade térmica obtida para a calibração do sistema, e uma curva da de capacidade térmica para uma amostra padrão de gadolínio.



Lab. Metais e Ligas - UNICAMP - Inst. de Física - Email: gandra@ifgw.unicamp.br

13/01/2005 16:48:13

Gráfico 1 – Medida da capacidade térmica do sistema e de uma amostra de Gadolínio com 80mg. O aquecimento da amostra ficou em torno de 0.25K.

Utilizando a experiência adquirida com o protótipo inicial envolvendo os sensores Peltier, iniciamos a montagem do calorímetro sobre um sistema de dedo frio para a variação de temperatura. Este sistema será útil, pois nos dará a possibilidade de aumentar a área de atuação do calorímetro para baixas temperaturas, com auxílio de um líquido criogênico (N₂, He).

Nesta montagem determinamos a quantidade de calor absorvida pela amostra pela integração no tempo do sinal do Peltier, o que nos permite obter diretamente a variação da entropia da amostra:

$$\int P dt = \Delta Q_{abs} - \frac{K}{S} \int V(t) dt$$

onde P é a potência fornecida ao aquecedor, K é a condutância térmica e S é o coeficiente Seebeck do elemento Peltier utilizado e V(t) é a tensão do Peltier em cada instante. Para uma dada temperatura, desde que P seja pequeno (<4mW), pode-se obter a capacidade térmica e a entropia do sistema, $\Delta S = dQ/T$.



Figura 4- Vista lateral do sistema de dedo frio, este sistema está fechado por um recipiente de alumínio, para se fazer vácuo.



Figura 5- Vista frontal da base do sistema de dedo frio. A temperatura da base é mantida constante, o heater fornece energia para o sistema e o Peltier nos dá diferença de temperatura entre o sistema e a amostra.

Conclusões

O calorímetro Peltier se mostrou eficiente na medida de capacidade térmica, como se pôde observar nos dados e nas curvas mostradas durante este relatório. Estamos caracterizando a montagem do novo protótipo, a qual nos trará uma maior confiabilidade e precisão nas medidas. Esperamos em breve estar realizando medidas em amostras de compostos binários (tipo MnAs) ou ternários (como Gd₂Ge₂Al₂). A partir dos dados de calor específico, poderemos determinar a variação de entropia magnética, com e sem campo B.

Apoio:



Referências

[1] L.B. Azechi, Tese de Mestrado – Construção e Caracterização de um calorímetro pelo método de relaxação de amostras, IFGW – UNICAMP, 1995.
[2] T. Plackwski, Y. Wang, A. Junod, Review of scientific instruments – Specific heat and magnetocaloric effect measurements using commercial heat-flow sensors.
[3] G. J. Liu and J. R. Sun, J. Shen, B. Gao, H. W. Zhang, F. X. Hu, and B. G. Shen- Determination of the entropy changes in the compounds with a first-order magnetic transition