

01.76.21

C. N. E. A. Biblioteca	ARCHIVO PUBLICACIONES	CAJAS	1976
		Nº	1

CALOR ESPECIFICO Y CAMPO CRITICO DEL ThGd SUPERCONDUCTOR

Julián, G.Sereni

Centro Atómico Bariloche (CAB)
 Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
 Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro" (IFB)
 Universidad Nacional de Cuyo (UNC)

Introducción

Las propiedades superconductoras de una matriz metálica se modifican por la presencia de impurezas magnéticas. Se pueden distinguir tres casos según el carácter de la impureza, dos de ellos corresponden a impurezas fuertemente magnéticas y el tercero a las débilmente magnéticas.

Este caso está ejemplificado en superconductores como el Th con impurezas de Ce⁽¹⁾ y U⁽²⁾, o bien el Al o Zn con impurezas de metales de transición⁽³⁾.

En el límite magnético distinguimos dos casos según el signo que tome el parámetro "J" en el Hamiltoniano de interacción entre la matriz y las impurezas ($H_{int} = -2j \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j$). Para J mayor que cero tenemos el caso del LaGd y el (LaGd)Al₂⁽⁴⁾. En el caso opuesto de J negativo aparece el efecto Kondo, del cual son ejemplos el (LaCe)Al₂⁽⁵⁾ y el LaCe⁽⁶⁾.

Los parámetros experimentales que permiten distinguir los distintos casos son: la fuerte variación de la temperatura crítica (T_c) y la variación del salto del calor específico (ΔC) a dicha T_c con la concentración de impurezas.

La comparación de los datos experimentales de T_c como función de "n" (concentración de impurezas) con las curvas calculadas teóricamente para los tres casos mencionados anteriormente, nos permite decidir sobre el carácter de las impurezas y el signo de J (ver Fig.1).

Al medir el salto del calor específico se pueden distinguir los tres casos comparando la variación del salto con la variación de T_c (ver Fig.2). Si la aleación es no-magnética $\Delta C = \beta \gamma T_c$ ($\beta =$ constante universal, $\gamma =$ calor específico electrónico) y se cumpla la ley de estados correspondientes:

$$\Delta C / \Delta C_0 = T_c / T_{c0}$$

Abrikosov y Gor'kov demostraron que el gap superconductor decrece más rápido que la T_c en las aleaciones magnéticas, por lo cual habrá una desviación de la ley de estados correspondientes. Esto es consecuencia del Hint.

La variación del Campo Crítico en función de la temperatura en T_c es-

tá relacionada con el salto del calor específico a dicha T_c (⁷). Esto permite verificar los valores obtenidos con los distintos métodos.

Detalles experimentales

Las aleaciones fueron realizadas por C.Luengo en La Jolla (California) utilizando un horno de arco, con atmósfera de Argon. Las muestras contienen respectivamente 0.15% at, 0.25% at y 0.5% at de Gd con una matriz de Th cuya pureza es del 99.9%.

Las mediciones de campo crítico fueron realizadas en un criostato de He³ convencional, utilizando campos de hasta 70 gauss. El calorímetro, también de He³, cubre el mismo rango de 0.4°K a 4°K(⁵), utilizándose como termómetro una resistencia de Ge (Cryocal 250 Ω calibrada según la función:

$$\ln T = \sum_0^i A_i (\ln R)^i$$

Resultados obtenidos

Los valores obtenidos para la T_c y el salto del calor específico pueden verse en la Tabla I para las dos muestras superconductoras (cuyas concentraciones de Gd son menores que la crítica). En las Figuras 3a y 3b pueden apreciarse: el comportamiento de la función $C/T = \gamma + \beta T^2$ y las respectivas transiciones

Discusión

Como era de prever la aleación de ThGd con baja concentración de Gd tiene un comportamiento magnético de tipo AG según puede apreciarse en la Fig.2.

Es de hacer notar que aún en las concentraciones bajas de impurezas, aparece un efecto del campo molecular debido a la interacción a distancia del Gd. Este efecto aparece claramente en la muestra que contiene 0.5% at de Gd según se ve en la Fig.4; resulta por ello muy interesante aumentar la concentración de impurezas a fin de poder apreciar en un mayor rango de temperatura dicha interacción.

REFERENCIAS

1. J.Huber, B.Maple, Jour.of Low Temperature Physics 3, 537 (1970)
2. C.Luengo, J.Cotignola, J.Sereni, Solid State Comm.10.459 (1972) y Procc.of low Temp.Conf. 13th, Colorado (1973)

3. G.Boato, G.Galliano, C.Rissuto, Phys.Rev. 148,353 (1966)
4. D.Finnemore, D.Johnson, J.Ostenson, Phys.Rev.137, 1550 (1965)
5. C.A.Luengo, Tesis doctoral
6. A.Edelstein, Phys.Rev.Lett. 20, 1348 (1968)
7. D.Shoenberg, "Superconductivity", Cambridge University Press (1952)
8. W.Decker, D.Finnemore, Phys.Rev. 172, 430 (1968)

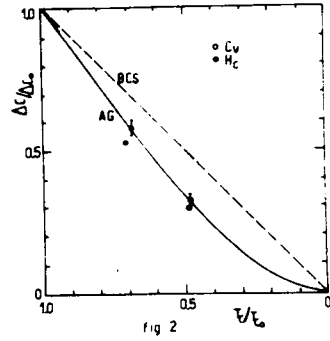
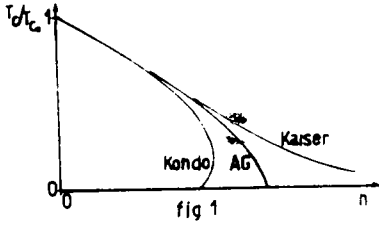
TABLA I

Parámetro medido Tc(°K)		ΔC^{***}		$\Delta C/\Delta C_0$		Tc/Tc ₀	
Forma de medir Hc	Cv	Hc	Cv	Hc	Cv	Hc	Cv
% at de impureza							
0	1.38*	1.36**	9*	8.5**	1	1	1
0.15	0.96	0.95	4.77	4.6	0.52	0.57	0.69
0.25	0.65	0.66	2.66	2.75	0.30	0.32	0.48

* valores tomados de (8)

** valores tomados de (5)

*** en unidades de: mJ/°K mol



Temperatura crítica reducida en función de la concentración de impurezas, según los casos

Variación del salto del calor específico en función de la temperatura crítica reducida

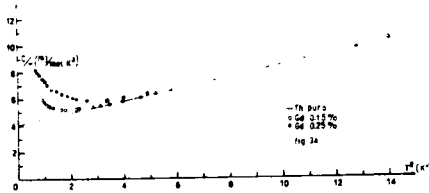


Figura 3a)

Calor específico dividido temperatura vs. temperatura al cuadrado de las muestras superconductoras, en el rango normal.

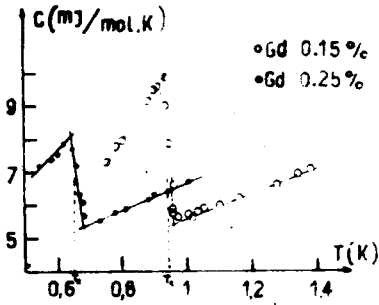


Figura 3b)

Salto del calor específico en la transición superconductor.

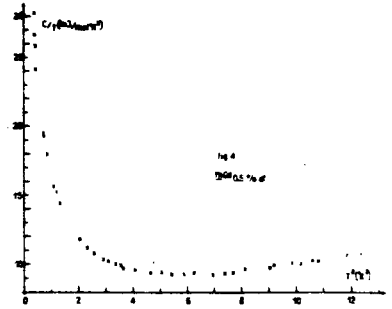


Figura 4

C/T vs. T^2 de la muestra que contiene 0.5% at de Gd.