

MEDIDAS DE RESISTIVIDAD, RAYOS -X, TRANSMISION Y REFLECTANCIA DE $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+d}$ DOPADO CON Se

Pablo Etchegoin, Carlos Fainstein

Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica, C.C. 439, 8400 San Carlos de Bariloche

Néstor E. Massa

Departamento de Física y Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas,
Universidad Nacional de La Plata, C.C.67, 1900 La Plata

En el presente trabajo presentamos medidas preliminares de transmisión y reflexión para estudiar el efecto de introducir impurezas de Se en $\text{Bi}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+d}$. La caracterización de los materiales se realizó con medidas de resistividad eléctrica y rayos-x.

Las curvas de reflectividad y transmitancia a temperatura ambiente y a 30K muestran el comportamiento típico observado ya en otros superconductores de alta T_c . A diferencia del compuesto puro que no da estructura en los espectros de reflectividad y transmitancia por encima de 800 cm^{-1} , el compuesto dopado con Se presenta estructura alrededor de 3200 cm^{-1} . Esto también se observa con otro tipo de impurezas aunque ligeramente corrido en frecuencias.

En la presente comunicación presentamos resultados de mediciones de reflectancia y transmitancia del superconductor $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8.8}$ ($T_c = 80\text{ K}$), puro y dopado con Se. Para la preparación de las pastillas se partió de mezclas de óxidos y carbonatos con relación $\text{Bi} : \text{Sr} : \text{Ca} : \text{Cu}$ de $4 : 3 : 3 : 4$. La fase obtenida después del tratamiento térmico coincidía, sin embargo, con la reportada como $2 : 2 : 1 : 2$, tanto por medidas de rayos-X como de resistividad. Esta es una peculiaridad del diagrama de fases de este sistema que ya fue observada en repetidas oportunidades. Para realizar el dopaje con Se, se reemplazó parte del CuO por dióxido de Se, de forma de tener una relación atómica de Cu a Se de $95 : 5$. Cabe mencionar que no es seguro que la impureza reemplace el Cu en el producto final, como tampoco es seguro el porcentaje de dopaje. Esto es

debido a que se obtiene una fase distinta de la esperada según las proporciones de partida, de modo que la relación en el compuesto final entre Cu y Se puede diferir de la deseada. Para determinar la concentración real de Se en el producto final se debería hacer uso de una técnica adecuada, como EDAX. Por tal razón la fórmula del compuesto que se reporta debe ser tomada con reservas. La curva de resistencia, figura 1, para el compuesto dopado, tiene un pequeño aumento de la resistividad en todo el intervalo metálico, y un pequeño descenso de T_c , respecto del compuesto puro. Los diagramas de difracción de rayos-X, figura 2, muestran un débil cambio en las posiciones angulares de los picos, que indicaría que el Se ha reemplazado a alguno de los átomos en la estructura original sin modificar significativamente su simetría.

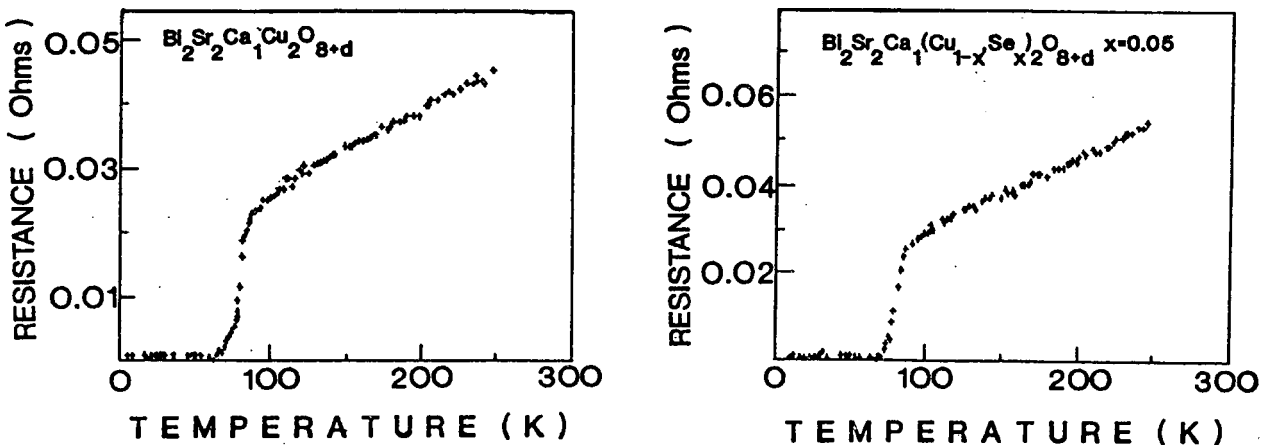


Figura 1: Curvas de resistencia vs. T para $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+d}$ puro y dopado con selenio.

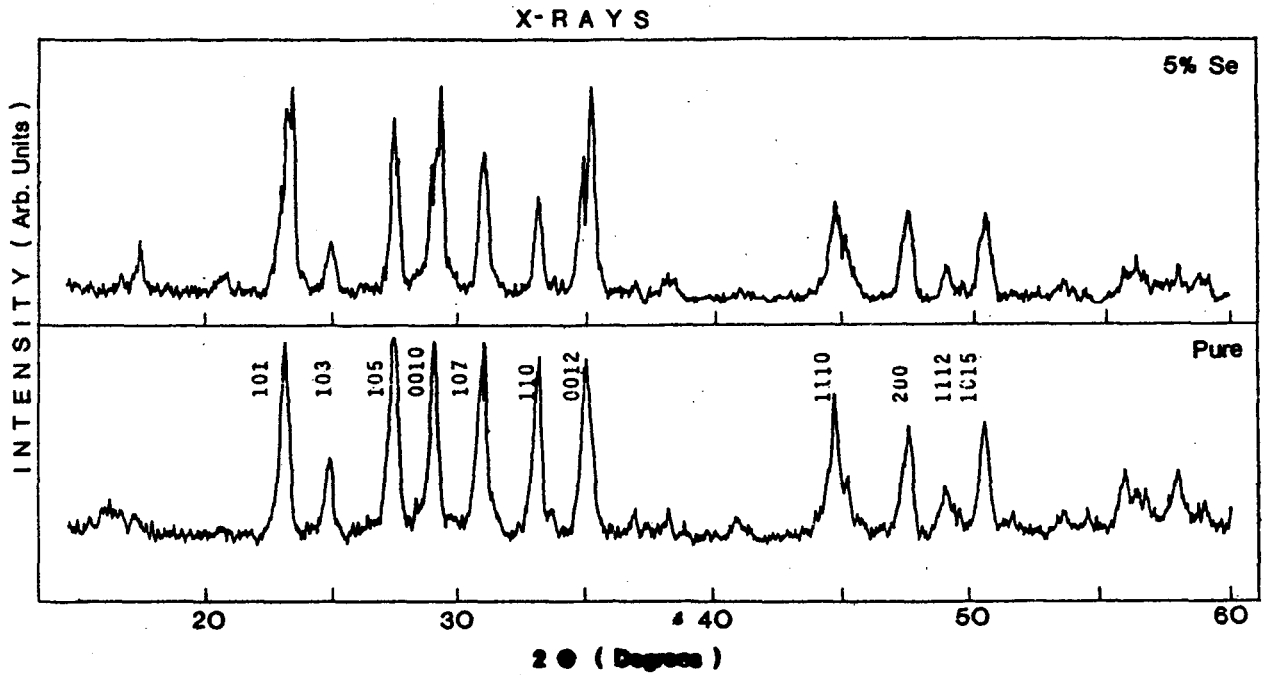


Figura 2: Espectro de rayos -X para $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+d}$

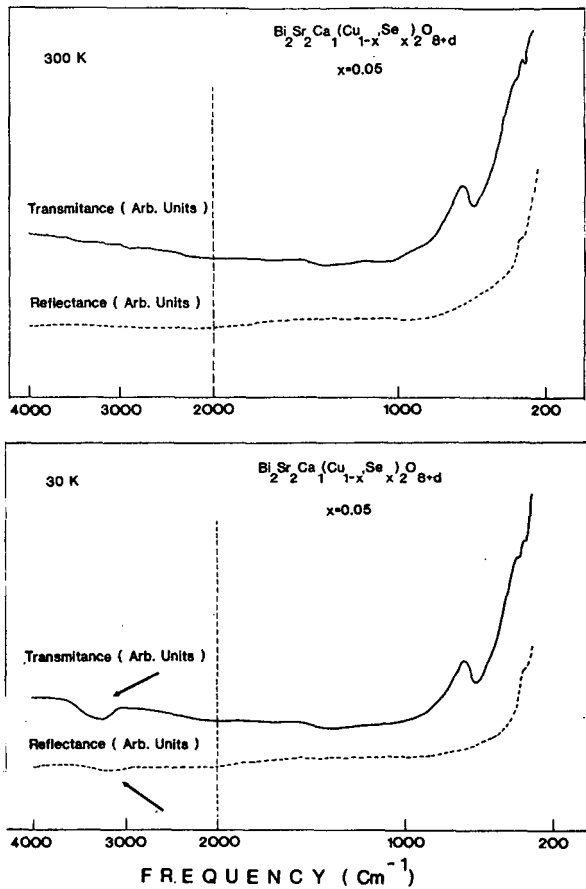


Figura 3: Espectros de reflectancia y transmitancia a $T = 300\text{K}$ y $T = 30\text{K}$ para el compuesto dopado con selenio.

La figura 3 reproduce los espectros de reflectancia y transmitancia a temperatura ambiente y a 30K del compuesto dopado, mostrando un comportamiento típico para los superconductores de alta T_c en esta región espectral. Los espectros que se muestran fueron obtenidos mediante un promedio de nueve barridos, realizados con máxima resolución de 2.8 cm^{-1} , en un espectrofotómetro Perkin-Elmer 580B, con las muestras montadas sobre el dedo frío de un crióstato Displex. En los experimentos de reflectividad, los resultados obtenidos corresponden a la reflectividad normal. Para los experimentos de transmisión, las pastillas se prepararon partiendo de pequeños fragmentos del material sinterizado, que fue molido y mezclado con polvo de KBr. La mezcla era compactada por compresión a 4 toneladas, resultando pastillas semi-transparentes, de color grisáceo. El proceso se repetía hasta asegurar suficiente transparencia y homogeneidad. Los espectros de reflectancia y transmitancia muestran cierta estructura por debajo de 800 cm^{-1} . Esto tiene que ver con la interacción de la radiación con fonones ópticos. En particular, se destaca el modo de aproximadamente 600 cm^{-1} que corresponde a la vibración de cobre contra oxígeno. Por encima de 800 cm^{-1} no aparece una estructura definida y el comportamiento es plasmoidal. A diferencia del compuesto puro, el dopado presenta estructura alrededor de 3200 cm^{-1} en los espectros de reflectancia y transmitancia. Aparece una señal muy clara en ambos. Esto fue observado también con otro tipo de impurezas, aunque

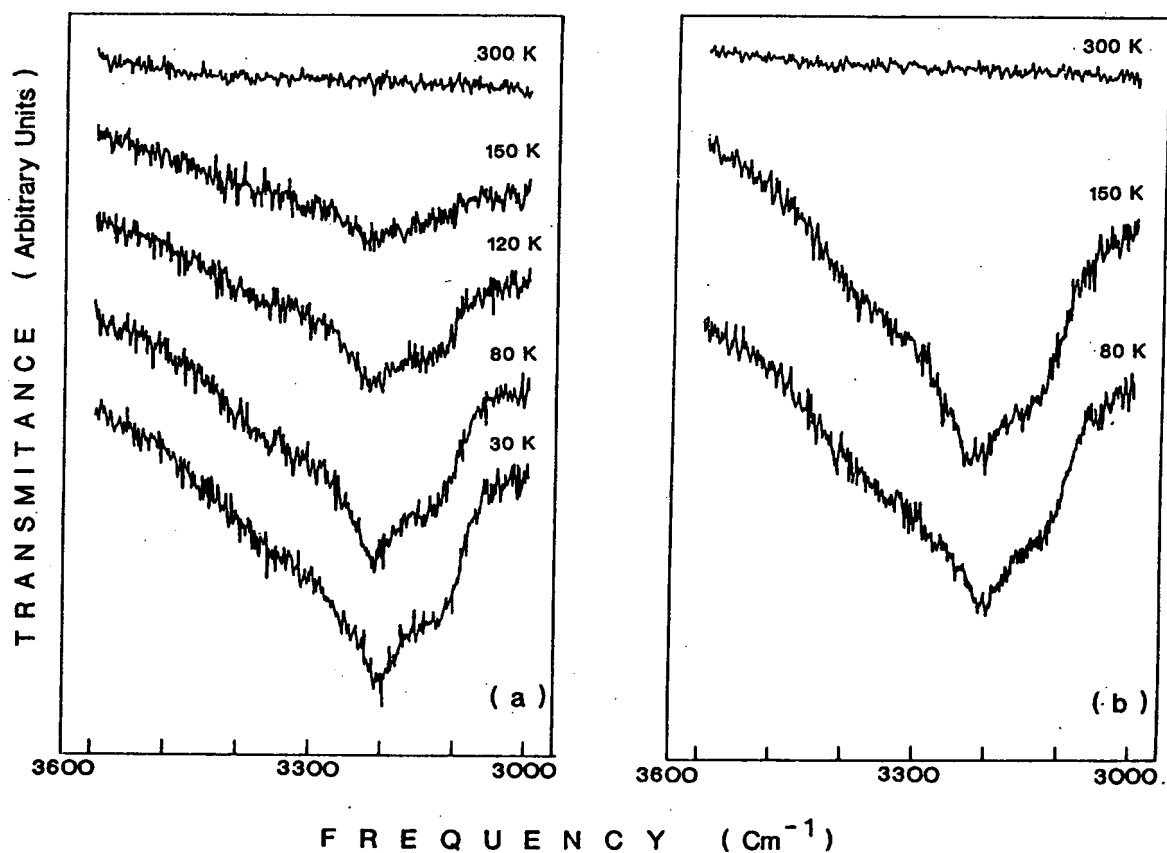


Figura 4: Espectros de transmitancia en función de la temperatura para el compuesto dopado: (a) enfriando; (b) calentando.

ligeramente corrido en frecuencias. Esta señal se hace más clara e intensa a medida que disminuye la temperatura. Esto se muestra en la figura 4 a. Un aspecto sorprendente de esta señal es la gran histéresis en temperatura que exhibe. La figura 4 b muestra espectros obtenidos a temperaturas alcanzadas calentando desde la menor temperatura lograda (aprox. 30K). Resulta claro que las curvas no se corresponden con las obtenidas a la misma temperatura en el proceso de enfriamiento. Habiendo observado esta irreversibilidad, se esperó

aproximadamente 6 horas y se obtuvo un nuevo espectro a 150K no mostrando variaciones respecto al obtenido con anterioridad, hecho que sugiere un tiempo de relajación muy grande. Solamente después de un calentamiento lento durante toda la noche se recuperó la señal a temperatura ambiente. Una interpretación de este fenómeno está siendo elaborada en base a estados ligados a impurezas magnéticas localizadas en el plano Cu-O, tentativamente identificables como pequeños polarones magnéticos.