

ANALISIS COMPARATIVO DE LA OBSERVACION DE MODOS LOCALIZADOS

EN Fe:MnF_2 Y Ni:MnF_2

- M. Gorfinkiel: Departamento de Física. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. C.I.C.
- A. Missetich: Departamento de Físico-Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.N. y P.B.A. Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia de Investigaciones.

Resumen:

El objeto del trabajo es explicar la no observación en los espectros de infrarrojo lejano, del modo localizado que aparece cuando Ni^{2+} se introduce como impureza sustitucional en el MnF_2 . Para ello se estudian las intensidades relativas del modo que aparece debido a la presencia de Ni^{2+} y del modo que aparece con Fe^{2+} como impureza sustitucional.

La presencia de tanto Fe^{2+} como Ni^{2+} , como impurezas sustitucional en el MnF_2 da lugar a la aparición de modos localizados en las excitaciones de spin. El MnF_2 es una estructura de tipo rutilo, en donde los iones magnéticos se ordenan en dos sub-redes, de modo que cada ión tiene ocho vecinos que pertenecen a la otra subred. Los dos vecinos más próximos están a lo largo del eje más corto de la celda (que coincide con la dirección de fácil magnetización del cristal) y pertenecen a la misma subred.

La aproximación usada de considerar como única interacción importante, la que existe entre vecinos más cercanos en redes opuestas está ampliamente justificada, dado que las constantes de interacción medidas son: $J_2 = 1.22 \text{ cm}^{-1}$ para los ocho vecinos más cercanos en la sub-red opuesta y $J_1 = 0.22 \text{ cm}^{-1}$ para los dos vecinos en la misma sub-red.

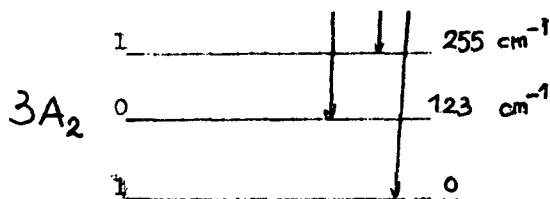
La banda de spin del MnF_2 puro se extiende entre 8.8 cm^{-1} y 55 cm^{-1} . En el caso del hierro como impureza el modo de simetría s_0 se encuentra a 94.8 cm^{-1} en ausencia de campo magnético externo.

Este modo fue medido en absorción en infrarrojo lejano por R. Blewit and R. Weber(1) y T. Bernstein, A. Missetich and B. Lax(2).

R. Dietz, L. Johnson and H. Guggenheim(3) estudiando la transición de $3T_2$, primer nivel excitado a $3A_2$, nivel fundamental del Ni^{++} en MnF_2 , en espectros de emisión, observaron tres bandas atribuidas una de ellas, a la transición que no involucra magnones, y las otras dos a transiciones en las que se crean un magnon y dos magnones localizados respectivamente.

Dentro del modelo de campo efecto al $3A_2$ se divide en tres niveles debido a la interacción de intercambio y las tres bandas antes mencionadas corresponden al decaimiento a cada uno de estos tres niveles.

En un diagrama de energía tendremos:



Sin embargo todas las mediciones efectuadas por absorción de infrarrojo lejano dieron resultados negativos, no se ha observado ningún pico a 122 cm^{-1} que correspondería al magnon localizado.

Para tratar de entender la no observación de este modo hemos efectuado un cálculo de intensidades de absorción por modos localizados para los casos específicos de Fe y Ni en MnF_2 , utilizando el método de las funciones de Green descrito en nuestro trabajo anterior.

En las figuras 1 y 2 se muestra la variación de la intensidad con la posición del modo o sea variando J' y S' y K' correspondientes a los valores de Ni y Fe en MnF_2 .

Los valores de K' y J' para el Fe ($S'=2$) fueron obtenidos experimentalmente en las referencias 1 y 2, mientras que el K' del Ni fue obtenido de una extrapolación de Ni en otros sistemas de tipo rutilo (ver referencia 4), quienes también calcularon el valor de J' .

El cálculo de las intensidades relativas del modo en el Fe al del modo en el Ni nos da 1.6 usando el modelo simplificado de campo efectivo. Experimentalmente bastaría un factor de 5 para que la señal se confundiera con el ruido.

El cálculo de las intensidades utilizando funciones de Green y teniendo en cuenta las anisotropías locales correspondientes nos lleva el cociente a un valor de 2.8.

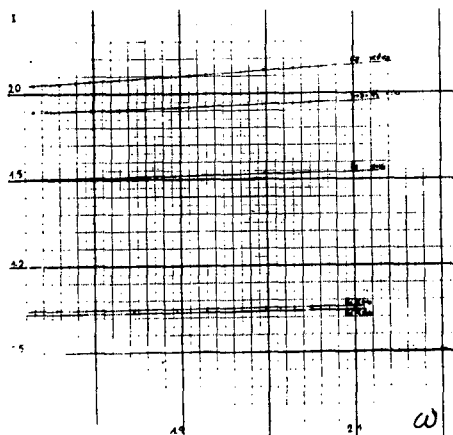
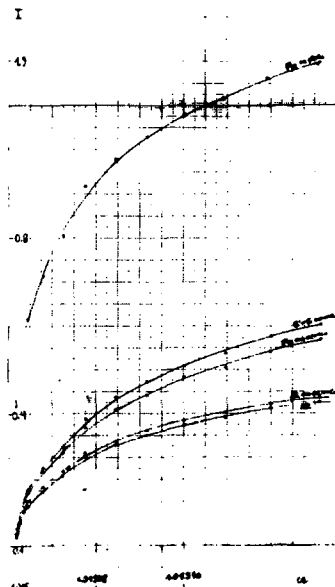


Fig. 2
Nuevamente intensidad en función de energía en las mismas unidades anteriores, para rangos de energías donde están ubicados los modos s_0 en Ni y Fe.

Fig. 1
Se grafica la intensidad en función de energía, para energía próximas al borde de la banda. La energía se mide en unidades de $16J_S$, de modo que el borde de la banda cae en $w=1.015$. $\alpha = K/16J = 0.015$; $\alpha' = K'/16J_S$



REFERENCIAS

1. R.Blewit and R.Weber. Journal Appl. Phys. 41, 884 (1970).
2. T.Bernstein, A.Misetich and B.Lax, Jou.Appl.Phys. 42,1653 (1971).
3. L.F.Johnson, R.Dieta and H.J. Guggenheim, Phys.Rev. Lett. 17,13 (1966).
4. A.Misetich and R.Dietz. Phys.Rev. Letters 17, 392 (1966).
5. Los valores de J_1 y J_2 así como el de K para el MnF_2 fueron obtenidos de las siguientes referencias:
 - a) G.G.Low, A. Okazaki, R.Stevenson and J.Turberfield. J.Appl.Phys. 35, 998 (1964).
 - b) Windsor and Stevenson, Proc.Phys.Society(London), 87, 501 (1966).
 - c) Pickart, Collins and Windsor, J.Appl.Phys. 37, 937 (1966)
 - d) CH.Trapp and J.Stout, Phys.Rev.Letters 10, 157 (1963).
 - e) N. Johnson and A. Nethercort. Phys. Rev. 114, 705 (1959).