

L'Institut Steacie des
sciences moléculairesProgramme
neutronique pour la
recherche sur les
matériaux

Fiche de renseignements sur le magnétisme

Structure magnétique

Frustration géométrique

Fluctuations quantiques

L'utilisation de techniques de diffusion neutronique dans l'étude d'une matière condensée a conduit à une compréhension très supérieure des phénomènes coopératifs. Les matériaux magnétiques, en raison de leur relative simplicité et des courtes distances intrinsèques des interactions magnétiques, ont servi de systèmes coopératifs prototypes.

Le programme sur le magnétisme et la supraconductivité fournit aux utilisateurs une variété de milieux (voir liste ci-dessous) dans lesquels leur échantillon peut être installé pour effectuer des mesures de diffusion neutronique élastique et/ou inélastique. La gamme de

longueur d'onde et l'énergie possédée par des neutrons modérés thermiquement nous permettent d'étudier la dynamique (phonons) en plus de la nature statique et nucléaire à grande distance des solides. De la même façon, le moment magnétique du neutron ($S=1/2$) lui permet de bien être associé au magnétisme dans des solides, ce qui autorise un examen attentif de la structure magnétique (à courte et longue distances) et des excitations (magnons) des matériaux magnétiques. Les techniques de diffusion neutronique sont actuellement considérées comme l'outil d'exploration des matériaux magnétiques le plus puissant.

Le domaine du magnétisme et de la supraconductivité n'a pas seulement produit certains des travaux les plus passionnants sur la diffusion neutronique (détermination de structures antiferromagnétiques (Shull et Wollan), dynamique du spin à température critique T_c (Rossat-Mignod), etc.), mais il a aussi fait progresser la mise au point des techniques de diffusion neutronique, comme celle du spectromètre à trois axes (Brockhouse), l'analyse par polarisation (Moon, Riste et Koehler) et l'écho du spin neutronique (Mezei). Au NRU, le programme sur le magnétisme utilise les deux spectromètres à trois axes (N5 et C5), ainsi que le diffractomètre à haute résolution (C2). Le C5 a la capacité d'effectuer des expériences polarisées et, grâce à son sélecteur de vitesse, nous disposons d'un filtre accordable entre 2,37 et 4 Å pour des neutrons.



Figure 1: Aimants à champs de 7 T et 2,5 T

Le matériel auxiliaire actuel nous permet d'appliquer des champs magnétiques allant jusqu'à 2,5 T dans le plan de la diffusion et de 7 T perpendiculairement au plan. Nous pouvons atteindre 1,8 K dans l'aimant du champ horizontal et dans notre cryostat en bain, et nous disposons de plusieurs réfrigérateurs à cycle fermé. Pour les expériences effectuées à des températures supérieures à la température ambiante, nous avons plusieurs fours dont l'un peut atteindre 2000°C.

Recherche interne

En collaboration avec des scientifiques anglais et américains, nous étudions les excitations dans des antiferroaimants quantiques de faible dimension. Des études détaillées des excitations dans un système rotationnel unidimensionnel comme le NENP, CsNiCl₃ and CsCoBr₃ aident à éclaircir plusieurs questions que de récentes théories ont apportées dans le domaine.

Dans le cadre d'une large collaboration avec de nombreux scientifiques canadiens (TRIUMF, McMaster, Waterloo et Toronto), nous avons étudié l'effet de la frustration géométrique sur des systèmes magnétiques. Des états fondamentaux inhabituels ont été identifiés par l'incapacité de ces systèmes à minimiser uniquement leur énergie. La diffusion neutronique, la microspectrographie, les propriétés générales à basse température et les expériences IRM nous ont permis d'étudier la vraie nature de ces systèmes magnétiques. Plusieurs études détaillées sur le Tb₂Ti₂O₇ [voir Phys. Rev. Lett., 82,

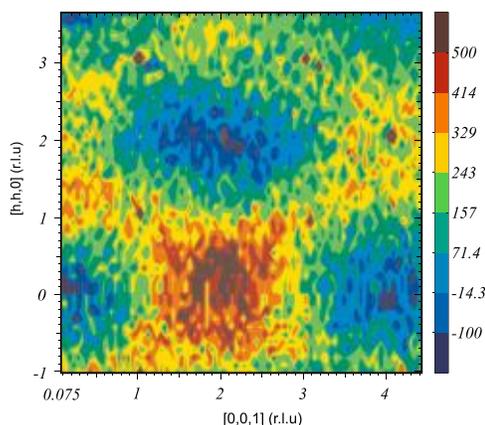


Figure 2: Diffusion magnétique diffuse

1012 (1999)] et Y₂Mo₂O₇ [voir Phys. Rev. Lett., 83, 211 (1999)] ont été effectuées au cours de l'année passée. Des expériences de diffusion neutronique ont montré que bien que le Tb₂Ti₂O₇ avait une température de Curie-Weiss de -20 K, les spins de 9.4 μB de l'ion Tb continuent à flotter et ne sont corrélés spatialement qu'avec les voisins les plus proches à 10 K; voir figure 2.

Programme pour les utilisateurs

À côté de nos collaborations internes, nous avons aussi effectué des expériences dans lesquelles des chercheurs invités dirigeaient des projets. Deux de ces projets sont les suivants : étude des nombreuses phases magnétiques de l'holmium élémentaire et étude des matériaux qui présentent une magnéto-résistance colossale. Dans ces matériaux, la concurrence entre charge, réseau et degrés de liberté du spin a conduit à des propriétés de transport et magnétiques très intéressantes. La dépendance de la structure magnétique et de la température de ces matériaux a été étudiée sur le C2.

Pour de plus amples renseignements veuillez communiquer avec : Alastair McIvor

Conseil national de recherches du Canada
Laboratoires de Chalk River
Chalk River, Ontario
Canada, K0J 1J0

Téléphone: 1 (613) 584 8811 x6274
1 (888) 243-2634

Télécopieur: 1 (613) 584-4040
Courriel: Alastair.McIvor@cnrc.gc.ca

<http://neutron.cnrc.gc.ca>