

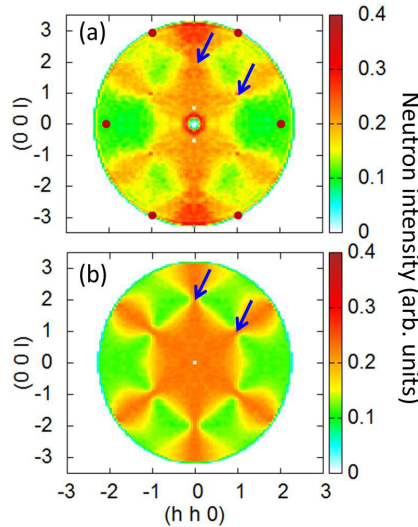


Fragmentation magnétique dans les glaces de spin

Sylvain Petit : T: 01.69.08.60.39, sylvain.petit@cea.fr

La preuve de l'existence de quasiparticules fractionnaires est l'une des découvertes importantes de ces dernières années. Elles ont par exemple été mises en évidence dans les gaz d'électrons 2D, mais on les rencontre aussi dans les chaînes de spin 1D, où les excitations de spin 1, appelées magnons, se scindent en deux « sous-particules » émergentes de spin 1/2. En collaboration avec une équipe de l'Institut Néel, nous avons mis en évidence un nouvel effet de ce type. Ce phénomène, appelé « fragmentation de spin », se traduit par la séparation du spin en deux fragments. Nous avons pu observer cet effet dans $\text{Nd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$, un système magnétique frustré de type « glace de spin ». Classiquement, les spins y restent désordonnés du fait de la très forte frustration mais présentent néanmoins un ordre local, où chaque unité géométrique de base du réseau cristallin, ici des tétraèdres, possède deux spins qui pointent vers l'intérieur et deux vers l'extérieur. Cette règle locale n'est autre que la loi de conservation du flux de l'électromagnétisme. Sous l'effet des fluctuations quantiques, des défauts à cette règle locale, c'est-à-dire en fait les charges associées au champ, « émergent », se créent et s'annihilent sans cesse. Grâce à la fragmentation, elles vont pour moitié cristal-

liser pour tirer parti des interactions résiduelles entre défauts à très basse température (285 mK), tandis que l'autre moitié continue de fluctuer pour gagner de l'entropie. Ce phénomène qui se décrit comme la décomposition de Helmholtz du champ électromagnétique émergent, se prête bien à l'observation par diffusion des neutrons : la cristallisation donne lieu à une structure magnétique spécifique où seule une fraction du spin total est engagée ; la seconde fraction du spin ne s'ordonne pas, mais donne lieu à une diffusion diffuse magnétique spécifique qui reflète la loi de conservation du flux (figure). En montrant que ce champ électromagnétique émergent n'en est pas moins réel, ces résultats soulignent l'importance des effets quantiques qui devront être pris en compte dans de nouvelles théories, et ouvrent une nouvelle voie dans l'étude des systèmes magnétiques frustrés.



En haut, carte de la diffusion magnétique dans l'espace réciproque, mesurée par diffusion des neutrons. Les pics de Bragg associés à la structure adoptée par le fragment ordonné apparaissent sous forme de spots ; le second fragment donne lieu à une diffusion diffuse composée de bras dans les directions (00l) et (111). Les flèches bleues indiquent des « points de pincement » typiques de la loi de conservation du flux. En bas, carte obtenue par simulation numérique.



From Spinors to Quantum Mechanics

Gerrit Coddens : T : 01.69.33.45.09, gerrit.coddens@polytechnique.fr

En mécanique quantique, il arrive que l'on conseille aux étudiants de faire les calculs sans se poser de questions, selon la devise : « shut up and calculate ». Le but du livre écrit par Gerrit Coddens, et paru chez Imperial College Press, est d'améliorer cette situation en se basant sur une approche géométrique. Le livre contient deux parties : la première traite de la théorie des groupes de rotation et de Lorentz. Le but est de donner l'intuition géométrique de ce qu'est un spineur. La compréhension géométrique ainsi acquise est utilisée dans la seconde partie pour aborder la mécanique quantique. Elle permet de démontrer l'équation de Dirac de façon rigoureuse en se basant sur la seule hypothèse que l'électron est une particule qui tourne comme une toupie. Cette démonstration est entièrement classique et intuitive. Ce n'est qu'ultérieurement, dans l'utilisation et la solution de l'équation de Dirac que l'on franchit la frontière entre le clas-

sique et le quantique. Par la précision avec laquelle on arrive à discerner la frontière entre le classique et le quantique, cette approche géométrique est intéressante pour comprendre les fondements de la mécanique quantique. L'équation de Dirac sert de base pour des développements ultérieurs de sujets qui sont des classiques de l'enseignement de la physique comme l'atome d'hydrogène, l'effet Zeeman ou l'expérience des doubles fentes de Young. Ce livre s'adresse aux mathématiciens et aux physiciens qui veulent acquérir une compréhension intuitive de la théorie des groupes des rotations et des transformations de Lorentz. Il s'adresse aux physiciens qui s'intéressent aux fondements de la mécanique quantique et qui y découvriront un éclairage géométrique nouveau, qui est, aux yeux de l'auteur, indispensable.

