

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího
 bakalářské práce

posudek oponenta
 diplomové práce

Autor/ka: Bc. David Sviták

Název práce: Study of spin-waves in the triangular lattice antiferromagnetic systems

Studijní program a obor: Physics of Condensed Matter and
Materials

Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: RNDr. Michal Vališka, Ph.D.

Pracoviště: Katedra fyziky kondenzovaných látek

Kontaktní e-mail: michal.valiska@matfyz.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Obhajovaná diplomová práce je zaměřena na studium geometricky frustrovaného magnetismu v systémech s trojúhelníkovou mřížkou. Tyto sloučeniny typicky vykazují velmi bohaté fázové diagramy a díky své struktuře se dají v některých ohledech považovat za 2D materiály. To bývá častou motivací pro teoretické studie, které se snaží popsat vlastnosti těchto materiálů pomocí „relativně“ jednoduchých modelů. Práce Bc. Davida Svitáka je nicméně čistě experimentální a již od počátku byl způsob jejího řešení velkou výzvou. Jedním z nevhodnějších nástrojů pro studium magnetických interakcí a jednotlivých fází je neutronový rozptyl. Pro tuto metodu je však typicky nutné použít krystal o hmotnosti několika gramů. Bohužel, velmi mnoho materiálů s geometrickou frustrací se daří připravit pouze ve formě velmi malých krystalů s rozměry jen několika milimetrů a hmotností řádově v miligramech. To je i případ sloučeniny $\text{Na}_2\text{BaMn}(\text{PO}_4)_2$, která byla v práci studována.

V rámci této práce se Davidovi podařilo vyrůst stovky velmi malých ale kvalitních krystalů tohoto materiálu. Pomocí podrobného měření magnetizace a měrného tepla, které v případě tepelně velmi špatně vodivého materiálu je poměrně nesnadné, byl v rámci práce kompletně zmapován magnetický fázový diagram do teplot okolo 500 mK. Ze srovnání s dříve publikovanými výsledky je zřejmé, že Davidova měření byla detailnější a odhalila novou magnetickou fázi v tomto materiálu. Téma práce si nicméně kladlo za cíl zejména studium spinových vln a pro tuto část bylo naprosto nezbytné využít nově vyvíjený přístroj ALSA (Automatic Laue Sample Aligner) určený k vytvoření dostatečně velkého vzorku pro neutronový rozptyl z vysokého počtu jednotlivých malých krystalů. Ruční orientování a slepování malých krystalů je velmi náročné, zdlouhavé a ve svém důsledku často málo přesné. K dosažení vytýčeného cíle tedy David musel velmi zásadně přispět k vývoji ALSAy, zdokonalit její software i hardware a adaptovat zařízení na orientaci krystalů $\text{Na}_2\text{BaMn}(\text{PO}_4)_2$. Celý proces byl velmi náročný, ale úspěšný a v samotné práci je převážně pospán jako metoda v sekci „Sample preparation“, i když by možná sám o sobě vystačil na sepsání samostatné diplomové práce.

Nicméně, předkládaná diplomová práce není technologická a její těžiště je plně fyzikální s velmi kvalitními výsledky. Těmi jsou zejména určení propagačního vektoru v základním stavu $\text{Na}_2\text{BaMn}(\text{PO}_4)_2$, detekce spinových vln v magneticky polarizovaném stavu a jejich popis disperzní relací pro jeden magnon. Při srovnání s podobnými sloučeninami $\text{Na}_2\text{BaCo}(\text{PO}_4)_2$ a $\text{Na}_2\text{BaNi}(\text{PO}_4)_2$ je pak zřejmé, že disperze magnonu převážně závisí na velikosti spinu magnetického iontu. Při srovnání dvou generací vzorků slepených krystalů použitých v práci pro neutronových rozptyl je zřejmé, že bez vylepšení ALSAy by nebylo možné takto kvalitní data naměřit. Na vzorcích připravených v rámci řešení této práce byly provedeny i další hodnotné neutronové experimenty jejichž výsledky již do práce zahrnuté nebyly pro zachování její ucelenosti.

Celkově hodnotím průběh řešení práce jako velmi obtížný, ale výborně provedený a přínosný. Sepsanou diplomovou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení stupněm výborně.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Bylo by možné znázornit rozdíly v získaném a v citovaném magnetickém fázovém diagramu sloučeniny $\text{Na}_2\text{BaMn}(\text{PO}_4)_2$? Nechybí zde nějaké fázové hranice a pokud ano, tak proč?
2. Je možné přímo srovnat kvalitu dat z neutronového rozptylu na podobných sloučeninách, kde byly krystaly orientovány ručně s daty z této práce?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/epenenta:

V Praze, 23.5.2024

