

Posudek na doktorskou disertační práci Mgr. Oleny Gamaliy

„Hyperfine Interactions in Magnetic Iron Oxides with Nonmagnetic Substitutions“

Předložená práce Mgr. Oleny Gamaliy se zabývá stále aktuálním experimentálním studiem reálné struktury pevné fáze substituovaných látek, konkrétně yttrito-železitého granátu a již desítky let řešené struktury magnetitu. NMR spektroskopie v magneticky uspořádaných materiálech přitom představuje cennou sondu umožňující dobrou charakteristiku např. hyperjemných polí a případně i symetrií krystalové mřížky.

Pro měření NMR spekter je použito unikátní zařízení nedostupné na komerční bázi. Umožňuje měřit spektra pro magneticky uspořádané materiály v nezbytně a neobvykle velmi širokém a spojitým frekvenčním rozsahu s akumulací dat pro středování signálu a zvýšení poměru signál/šum. Aparatura je doplněna kryostatem s možností měření v unikátním rozsahu od teploty kapalného helia až do pokojových teplot a tak získávat cenné a podrobné teplotní závislosti. Zařízení je doplněno elektromagnetem umožňujícím otáčet magnetizaci ve vzorku do libovolného směru vůči krystalové mřížce a s jeho pomocí v orientovaných vzorcích stanovit anizotropní složky hyperjemného pole. Hardwarové možnosti aparatury jsou doplněny ověřenou metodikou měření, dovolující separovat (potlačit) vhodnou volbou intenzity radiofrekvenčního pole signál (většinou nevhodně široký) z doménových stěn od vlastního doménového signálu, případně tím samým trikem zvýraznit či potlačit signál od jiného jádra s jiným magnetogyrickým poměrem než Fe^{57} (isotopy Ga v této práci).

Metodicky je práce vynikající, využívá v širokém rozsahu (prakticky) všechny možnosti vynikající aparatury:

- naměřené pozice NMR peaků poskytují údaje o velikosti hyperjemných polí
- z měření ve vnějším magnetickém poli byly získány informace o anizotropii hyperjemných polí jak hlavních peaků, tak i substitučních satelitů.
- ze satelitních peaků, případně z relaxačních časů jsou v práci získávány údaje o množství poruch, množství substituentů i místa jejich substituce v krystalové mřížce,
- naměřené šířky peaků podávají informaci o míře (magnetické a krystalové) uspořádanosti,
- naměřené relaxační časy mohou být zdrojem informace o vnitřních pohybech v materiálu po náležitém teoretickém zpracování.

Výsledkem práce je mnoho nových originálních experimentálních vědeckých poznatků:

Práce na substituovaných YIG.

1./ Měření série spekter pro různé směry orientace spontánní magnetizace pomocí vnějšího magnetického pole na vybraném Al^{3+} substituovaném vzorku poskytlo data pro stanovení isotropní i anizotropní části tenzoru hyperjemného pole pro Fe substituční satelit v a-podmřížce. Doplnilo tak obdobná data pro jiné substituenty z prací jiných autorů a umožnilo rozšířit z nich plynoucí závěry. (publikováno)

2./ Měření NMR relaxačních časů v Al^{3+} , In^{3+} a La^{3+} substituovaných YIG pro různé hodnoty koncentrace substituentu při teplotě 4.2K ukázaly většinou výrazný vliv typu substituentu (místa substituce) i koncentrace substituentu a umožňují srovnání s jinými pracemi na materiálech s netrívazebnými substituenty. (publikováno)

3./ Ca^{2+} substituované YIG vykazují odpovídající satelit ve spektru. Koncentrační závislost relaxačních časů ukazuje růst relaxačních časů pro koncentrace substituentu $x > 0.002$, pravděpodobně v důsledku kompenzace silně relaxační center Fe^{2+} .
(publikováno)

4./ BIG – změřena spektra YIG pro několika koncentrací substituentu Bi, od spekter s malou koncentrací Bi a viditelnými substitučními satelity až po plně substituovaný YIG, tj. BIG. Byl zjištěn nečekaný směr posunu peaků vlivem substituce Bi, pro který platí s rozumnou přesností aditivní princip. Veliká šířka linií hodně či plně substituovaného YIG je v souladu s představou o silně narušené mřížce. (publikováno)

Práce na substituovaných magnetitech.

5./ V práci jsou studovány magnetity substituované v koncentracích x do 3% Al^{3+} .
a./ V oblasti nad Verweyovou teplotou byly pozorovány substituční satelity, byla proměřena teplotní závislost NMR spekter pro $x=0.005$ a $x=0.03$. Polohy peaků nezávisí na koncentraci substituentu pro měřený teplotní interval, pouze pološířky peaků se s rostoucí koncentrací zmenšují, což je zajímavý experimentální výsledek zasluhující další pozornost. (3 publikace)
b./ V teplotním rozsahu pod Verweyovou teplotou nebyl pozorován výskyt substitučních satelitů takže jedinou materiálovou informací bylo možno získat teplotně či koncentračně závislými měřeními polohy hlavních NMR peaků, pološířek NMR peaků a velikostí NMR relaxačních časů. Bylo provedeno rozsáhlé měření a bylo zjištěno, že pouze NMR relaxační časy vykazují výraznou a zajímavou závislost na teplotě i koncentraci Al^{3+} , kteréžto výsledky jsou diskutovány. Je ovšem otázka, lze-li v tomto případě srovnávat naměřená data srovnávat s daty měřeními v jiné práci na jiném materiálu (pro čistý magnetit, str. 155), připraveném pravděpodobně za jiných podmínek. Tuto část práce lze proto považovat spíše za předběžné měření, které je základem dalšího studia. (částečně publikováno)

6./ Ga substituovaný magnetit (koncentrace $x=0.05$) byl proměřen při teplotách 4.2K, 77K a 273K bez výrazných změn vzhledu hlavních peaků jak při změně teploty tak při srovnání s citovanými výsledky pro $x=0$. Výskyt substitučních satelitů potvrdil majoritní substituci do A poloh krystalové mřížky. Použitá aparatura dovolila zaznamenat i signál Ga a tím doplnit naměřený materiál. (publikováno)

Formálně je práce dobrá, lze jí vytknout pouze několik drobností. Jako experimentátorovi mi chyběly údaje o váze (případně i rozměrech) vzorků a dále u použité Carr-Purcelovy sekvence pro měření relaxačních časů není uvedena hodnota intervalu mezi pulsy, což je docela důležité pro odhad rychlosti těch relaxačních pohybů, jejichž vliv je metodou potlačen. Jinak je práce bez závad.

Celkově jde o práci s rozsáhlým výstupem cenných experimentálních dat publikovaných v osmi publikacích.

Posuzovaná práce nepochybně prokazuje, že Mgr. Olena Gamaliy je schopna samostatné a tvořivé vědecké práce a proto tuto práci doporučuji k obhajobě.

V Praze, 13.11.06

