

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Bc. Richard Řezníček
Název práce: Vliv substituce kationtů na hyperjemné interakce v magnetitu
Studijní program a obor: fyzika kondenzovaných soustav a materiálů (FKSM)
Rok odevzdání: 2010

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Prof. RNDr. Helena Štěpánková, CSc.
Pracoviště: KFNT MFF UK
Kontaktní e-mail: helena.stepankova@mff.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:

Magnetit Fe_3O_4 je napohled jednoduchá chemická sloučenina sestávající pouze ze dvou prvků. Překvapuje však pozoruhodnými fyzikálními vlastnostmi, k nimž patří vysoká teplota přechodu z ferimagnetického do paramagnetického uspořádání, a zejména Verweyův fázový přechod, spojený se změnou struktury a dalších fyzikálních vlastností, z nichž nejznámější je změna elektrické vodivosti o zhruba dva řády. Příčina tohoto fázového přechodu dosud nebyla uspokojivě vysvětlena, a dosud zůstává nevyřešena také elektronová struktura, nábojové a orbitální uspořádání. Zejména pro tyto otázky je v současné době magnetit předmětem intenzivního fyzikálního studia. Kromě toho, magnetické oxidy (magnetit, magnetit a jiné ferity) jsou významné látky z pohledu aplikací, např. v biomedicíně (magnetický ohřev, kontrastní látky pro zobrazování magnetickou rezonancí aj.).

Úkolem diplomové práce R. Řezníčka bylo získat experimentální data o hyperjemných polích na jádrech ^{57}Fe z měření spekter jaderné magnetické rezonance (NMR) magnetitu a sledovat jejich teplotní závislosti a efekty vyvolané kationtovými substitucemi Ti^{4+} a Zn^{2+} v pozicích Fe. Zvolená metoda, tj. NMR, poskytuje hodnoty hyperjemných polí s velmi dobrým rozlišením. Hyperjemné magnetické pole je citlivé na lokální uspořádání atomů a magnetických momentů v okolí rezonujícího jádra a změny hyperjemného pole je pak možno sledovat v závislosti na změnách okolí vyvolaných cílenou substitucí ve studované struktuře. V případě Zn^{2+} se jednalo o nahrazení iontu železa Fe^{3+} v tetraedrické podmíří, zatímco u Ti^{4+} šlo o substituci do oktaedrické podmíří za Fe s průměrnou valencí 2,5.

Zapojená metodika (FT NMR) je obecně poměrně složitou technikou jak po stránce teoretického popisu, tak po stránce zvládnutí experimentálního zařízení a zpracování dat. Na rozdíl od spektroskopie vysokého rozlišení, kdy je možno excitovat celý frekvenční obor spektra naráz při jedné frekvenci pulsu, je nutno spektrum NMR magnetické látky sestavit z mnoha dílčích měření s postupným krokem v excitační frekvenci, a jedná se proto o časově náročné experimenty, ztížené navíc nízkým přirozeným obsahem izotopu ^{57}Fe s rezonujícím jádrem.

Bc. Řezníčkovi se podařilo změřit kvalitní spektra na seriích vzorků s různým nominálním obsahem substitucí Zn^{2+} i Ti^{4+} a jejich teplotní závislosti. Provedl analýzu spekter a srovnání s daty pro jednodušší, dříve měřené trojmočné substituce (Al^{3+} , Ga^{3+}) a pro vakantní magnetity. Za nejzajímavější výsledky lze označit pokles šířek spektrálních čar s rostoucí teplotou (v modelových systémech, jako např. yttrioželezité granáty je tomu naopak) a odlišné teplotní závislosti rezonančních frekvencí i pro substituce preferující stejné polohy. Tyto experimentální výsledky prokazují podstatný vliv substituce na lokální elektronovou strukturu a jejich vysvětlení bude předmětem hlubšího teoretického studia.

Během řešení diplomové práce pan Řezníček postupoval samostatně a iniciativně, s velkou přesností při provádění experimentů, vyhodnocení získaných dat, zhodnocení výsledků i sepisování textu práce. Projevil hluboké pochopení fyzikální i elektronické stránky experimentu. Přínosné bylo také jeho intenzivní zapojení do dalších aktivit v laboratoři mimo rámec předložené práce – je spoluautorem několika publikací a konferenčních prezentací zaměřených na NMR v magnetických oxidech a podílel se na řešení řady technických otázek zejména ohledně radiofrekvenční elektroniky.

Pan Řezníček projevil ve vysoké míře potřebné schopnosti, iniciativu, samostatnost, zodpovědnost a experimentální přesnost nutnou ke zvládnutí zadaného úkolu. Považuji jeho diplomovou práci za vynikající a doporučuji k obhajobě.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze: nejsou

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

x výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

Praha 4.5.2010