

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autorka: Bc. Roman Havlíček

Název práce: Magnetismus v nanostrukturách

Studijní program a obor: Program – Fyzika; obor – Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

Rok odevzdání: 2009

Jméno a tituly oponenta: RNDr. Jiří Prchal, Ph.D.

Pracoviště: Katedra fyziky kondenzovaných látek, MFF UK

Kontaktní e-mail: prchal@karlov.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

Použité metody:

- nestandardní standardní obojí

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 oponenta:

Předkládaná diplomová práce prezentuje výsledky studia čtyř sloučenin – Er_3Si_4 , PrCo_2Ge_2 , $\text{PbFe}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3$ a TbCoO_3 . Jako originální autorova data jsou předloženy výsledky na těchto materiálech připravených v nanokrystalické formě, a to výsledky měření mikroskopických a objemových vlastností (charakterizace pomocí RTG difrakce a SEM, dále magnetizace, střídavá susceptibilita a tepelná kapacita). Práce je členěna do pěti kapitol, v nichž je po motivačním úvodu vysvětleno teoretické pozadí studovaných jevů a dostupné výsledky na objemových variantách studovaných sloučenin, ty jsou pak následovány principy použitých experimentálních metod. Hlavní část práce tvoří čtvrtá kapitola Výsledky měření a diskuse, která podává přehled změřených dat, místy doplněných stručnější diskusí. Poslední kapitola pak v krátkosti shrnuje podstatné závěry autorova studia. Seznam citací odpovídá rozsahu práce.

Z předkládané práce vyplývá skutečnost, že si student v průběhu svého studia osvojil minimálně tři různé metody přípravy nanomateriálů (vysokoenergetické mletí objemového vzorku, dvoufázová metoda – reakce oxidů – a citrátová metoda), jejich charakterizace pomocí RTG difrakce a elektronové mikroskopie TEM a SEM, dále pak měření tepelné kapacity, magnetizace a magnetické susceptibility.

Za pozitivum předkládané práce považuji část Teorie, kde autor vcelku srozumitelně uvádí čtenáře do problematiky magnetismu a změn při přechodu k systémům s redukovanou dimenzí, včetně nastínění otázek superparamagnetismu, spinových skel apod., přičemž vhodně využívá dostupných studijních textů a výsledků.

Vlastní získané výsledky na studovaných látkách představují soubor originálních dat magnetizace, susceptibility a měrné tepelné kapacity v teplotním oboru 2-350 K a vnějších magnetických polí do 7 T, z nichž lze o nanokrystalických variantách již dříve studovaných látek získat nové poznatky. Hlavní závěry jsou v poslední kapitole předneseny vcelku jasně.

Kvalitu práce zhoršují některé aspekty, častěji spíše formálního charakteru, avšak celkem čteně se vyskytující. Pro objasnění uvádím některé příklady: Pořadí odkazů na rovnice a obrázky není vždy číselně monotónní (rce (2.1) je následována odkazem na rovnici (2.6), po odkazu na obrázek 2.1 následuje 2.3, po 4.14 obrázek 4.16 atp.); je zavedeno až příliš zkratk kombinující stejná písmena (SF, PM, SPM, FM, FP, MFP, PFN a tak dále); rozdělování některých slov na konci řádku (param-agnet, typ-ický, zk-oumání, keram-ické, konfigurace atp.) stejně jako uvádění značky jednotky na jiném řádku nežli příslušející číselná hodnota (v celé práci se opakující nejméně 10x) nemusí poukazovat na studentovu neznalost, ale je z toho patrné, že autor si svou práci po sobě patrně kriticky nepřečetl. Dále je třeba vytknout některé další nepřesnosti jako použití pojmu „difrakční vzorec“ namísto správného „difrakční záznam“, systematicky se vyskytuje pojem ferromagnet (se dvěma „r“), správně česky se píše „r“ jedno, a v neposlední řadě záměna termínu „tepelná závislost“ namísto „teplotní závislost“. Nepřehledně působí také skutečnost, že od obrázku č. 4.3 většina obrázků postrádá uvedení materiálu, ke kterému se daný výsledek vztahuje (a čtenář musí často listovat i několik stran zpět, aby to zjistil).

Mimo tyto formálnější nedostatky bych autorovi vytkl několik faktických chyb – v obr. 4.4 (str. 41) označuje teplotu magnetického fázového přechodu sloučeniny Er_3Si_4 při 26 K, zatímco v textu uvádí $T_C = 30$ K. Tuto nesrovnalost ponechává autor bez vysvětlení. V témže obrázku uvádí dvě různé hodnoty pro T_2 (6 K a 4 K). V grafech zobrazujících výsledky střídavé susceptibility je uvedena jednotka susceptibility pouze jako a.u. – magnetická susceptibilita má přesně fyzikální jednotku, není zřejmý důvod, proč ji autor neuvedl. U grafů teplotní závislosti magnetizace je pro změnu uvedena jednotka pokaždé jiná ($\mu_B/\text{f.u.}$ v obr. 4.14 a 4.19, zatímco v obr. 4.9 u stejného typu závislosti Am^2/kg). Veškeré číselné hodnoty jsou uváděny bez experimentálních chyb.

Navzdory originalitě výsledků a kombinaci více experimentálních metod, které jsou její hodnotou, práce působí celkově spíše průměrným dojmem práce psané ve spěchu, což je kromě výše uvedeného způsobeno také stručnější diskusí ohledně prezentovaných dat.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1) V komentáři k obrázku 4.1 (str. 38) je uvedeno, že rozšíření píků nastalo kvůli velikosti zrn. Současně zde autor tvrdí, že z RTG difrakce „bylo potvrzeno složení vzorku“, avšak dále „nebylo možné přesně určit krystalovou strukturu“. Jak bylo tedy možné z RTG záznamu ověřit složení? Prosím o bližší vysvětlení. Do fitu v programu FullProf lze zavést zvětšení pološířky a tím alespoň přibližně napodobit změřený záznam, navíc z rozšíření píků lze odhadnout velikost částic. Pan kolega takové odhady provádí u dalších studovaných sloučenin. Proč neučinil podobný odhad i zde? Pokusil se autor práce stanovit, zda rozšíření píků ovlivňuje pouze velikost zrn vlastního Er_5Si_4 anebo také ZrO_2 ?

2) Látka Er_5Si_4 vykazuje frekvenčně závislé chování střídavé magnetické susceptibility, avšak není v textu řečeno, čím je to způsobeno. Mohl by autor podiskutovat, jak si tento jev lze vysvětlit?

3) Na straně 43 je uveden získaný poměr Pr:Co:Ge (sloučenina PrCo_2Ge_2) z analýzy EDAX jako 1:2,2:1,9 s tvrzením, že je „v rámci chyby velmi blízký stochiometrii 1:2:2“, nikde však není uvedena ona chyba (stejně jako u žádné další numerické hodnoty v celé práci). Bylo by možné přiblížit reálnou chybu této metody, kterou jsou zatíženy výsledné hodnoty?

4) Co je očekáváno od případného navrhovaného měření Mössbauerovy spektroskopie na vzorku $\text{PbFe}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3$? Jakou informaci by nám podle autora mělo podat?

5) Pro vzorek TbCoO_3 je vysvětlena anomálie teplotní závislosti magnetizace jako přechod do antiferomagnetického stavu látky. Avšak paramagnetická Curieova teplota pro tuto látku se pohybuje v okolí 5 K, což indikuje spíše feromagnetický charakter výměnných interakcí. Jak si autor tento nesoulad vysvětluje?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

PRAHA 14. 3. 2003

Místo, datum a podpis vedoucího/opponenta: