

Oponentský posudek disertační práce:

RNDr. Simona Kubičková: „Nanoparticles based on 3d metal oxides – correlation of structure and magnetism“

Předložená disertační práce je věnována převážně experimentálnímu studiu magnetických nanočásticových systémů na bázi oxidů 3d kovů, hlavně železa, zejména v oblasti řešení vnitřních struktur samotných nanočástic s korelací jejich magnetických vlastností. Jedná se o relativně novou a vysoce atraktivní problematiku studia materiálů s vysokým aplikačním potenciálem, kdy vlivem nanorozměrů a vnitřní krystalové struktury dochází ke vzniku interakcí jádra a povrchové vrstvy nanočástice, které se projevují v širokém oboru teplot a přiložených magnetických polí.

Práce, psaná velmi dobrou angličtinou, je po formální stránce rozdělena do šesti kapitol, včetně úvodu, závěru a bibliografie, která obsahuje 137 citací. Následující sedmá kapitola obsahuje přílohy práce formou seznamů tabulek a zkratk a appendixů s detailními tabulkovými popisy některých fází. Celkový rozsah práce je 135 stran.

V první kapitole po stručném úvodu, autorka vytyčuje cíle své práce, a to zejména prohloubení znalostí reálných jevů s ohledem na možné aplikace v biomedicíně, tedy hlavně:

- 1) studium maghemitu pomocí řady komplementárních metod,
- 2) studium tzv. „spin-canting“ jevu v maghemitu pomocí Mössbauerova jevu ve vnějším magnetickém poli a
- 3) studium Fe_2O_3 , kde s využitím Mössbauerova jevu ve vnějším magnetickém poli dochází k vývoji hyperjemných parametrů v závislosti na aplikovaném poli.

Druhá kapitola, rozdělená do pěti subkapitol, obsahuje teoretickou část práce, věnovanou postupně: definici magnetizace, magnetické susceptibility a magnetismu neinteragujících systémů, dosavadním poznatkům o magnetických vlastnostech nanočástic, popisu různých fází oxidů železa (zejména trojmocného) a teoretickému základu některých experimentálních metod, z toho zejména Mössbauerovské spektroskopie s důrazem na nanočástice.

Následuje třetí kapitola, věnovaná experimentální části práce. Zde se autorka věnuje jednak metodice přípravy částic, dále stručně popisuje použité metody práškové rentgenové difrakce, transmisní elektronové mikroskopie, Mössbauerovské spektroskopie a magnetickým měřením.

Těžiště celé práce spočívá v kapitole čtvrté, kde doktorandka shrnuje a diskutuje experimentální výsledky své práce a uvádí je do souladu s modelovými popisy. Tato kapitola je rozdělena do tří hlavních subkapitol, kde první se – v souladu s cíli práce – věnuje studiu nanočástic maghemitu, druhá studiu různých nanočástic pomocí Mössbauerova jevu ve vnějším magnetickém poli a třetí vývoji hyperjemných parametrů ϵ -fáze s rostoucím magnetickým polem. Za nejcennější část první subkapitoly považují analýzu práškové rentgenové difrakce, kdy doktorandka detailně diskutuje možné vlivy na krystalovou strukturu částic, projevující se jako příměs zejména v nízkých úhlech spekter, spolu s kritickým rozbohem experimentální chyby. V této souvislosti – a zejména s ohledem na možné relaxační jevy, vzhledem k pozorovaným diskrepancím na Obr. 4.16 a 4.17 – bych se rád zeptal na přesný průběh měření ZFC a FC závislostí, zejména časové prodlevy v měřeních.

Následuje subkapitola věnovaná studiu nanočástic s rozdílnou krystalinitou pomocí nízkoteplotního Mössbauerova jevu ve vnějším magnetickém poli a srovnání naměřených spekter s různými možnými modely chování. Fitovaná spektra vykazují až překvapivě dobrou shodu s experimentem, potvrzující různou distribuci obsazování krystalografických poloh, jak je shrnuto na Obr. 4.32. Ve třetí subkapitole se doktorandka věnuje možnému popisu základního stavu ϵ -fáze,

s ohledem na možnosti posouzení obsazování jednotlivých krystalografických poloh, kde Mössbauerův jev ve vnějším magnetickém poli poskytuje překvapivě mocný nástroj výzkumu. Zde je zejména diskutován vliv distribuce velikosti nanočástic na distribuci hyperjemných polí. Autorka ukazuje zejména na souvislosti s měřením magnetizačních křivek, resp. hysterezních smyček, kde širokou hysterezi a nepřítomnost saturace srovnává s výsledky z fitů mössbauerovských spekter. Souvislost s výsledky studia magnetizace je dále podpořena vývojem hyperjemných parametrů s rostoucím aplikovaným magnetickým polem a s různou magnetickou historií vzorků.

Za významný přínos práce považuji obrovské množství experimentálních dat a jejich detailní analýzu v rámci současných modelových představ, což jistě významně přispěje k pokroku v poznání fyziky magnetických nanočástic. Současně musím ocenit širší experimentálního záběru doktorandky a detailní kritickou diskusi získaných výsledků. V této souvislosti bych se rád doktorandky zeptal, jak si představuje své další působení v tomto perspektivním oboru a na co se chce převážně zaměřit do budoucna.

Dle mého názoru, zejména s ohledem na možné aplikace v biomedicině, za nejcennější výsledek celé práce je možno považovat subkapitulu 4.1.6.2 a z té pak Obr. 4.23, opět vycházející z velmi kritické diskuse parametrů studovaných systémů.

Práce sama je dobře čitelná, drobné výhrady může mít čtenář k čitelnosti některých obrázků a k zobrazení některých závislostí pomocí lomených čar. Uvedené výhrady však nikterak nezpochybňují kvalitu a cenné výsledky celé práce. Autorka detailně zpracovala experimentální výsledky nanočástic oxidů železa a získané výsledky zevrubně diskutovala v rámci různých modelů.

Rád konstatuji, že RNDr. Simona Kubíčková předložila práci, která je zejména po experimentální stránce významným příspěvkem do vysoce aktuálního výzkumu nanočástic a nanosystémů. RNDr. Simona Kubíčková jednoznačně prokázala schopnost samostatné vědecké práce, využití dostupného experimentálního vybavení, kritické analýzy výsledků a jejich interpretace.

Práci doporučuji k obhajobě a věřím, že po úspěšné obhajobě bude RNDr. Kubíčkové přiznán titul PhD.

V Praze, 9. 11. 2015


doc. RNDr. Pavel Svoboda, CSc.