

Oponentský posudek na disertační práci :

Jan Fikáček :

„Physical phenomena in Ytterbium- and Cerium-based compounds“

Hlavní náplní předložené disertační práce je popis výsledků rozsáhlého experimentálního studia monokrystalů sloučeniny CeRuSn, která vykazuje komplexní strukturní i magnetické chování. Autorovi se též podařilo vůbec poprvé připravit monokrystaly sloučenin YbPt₂Si₂ a Yb₂Pt₃Si₅ a prostudovat jejich základní magnetické vlastnosti. Práce je napsána v anglickém jazyce.

Práce je formálně rozdělená do šesti kapitol, přičemž jádro disertace tvoří 3. kapitola kde jsou popsány experimentální výsledky získané na monokrystalech sloučeniny CeRuSn. Práce má celkem 111 stran textu včetně jedné přílohy, 61 obrázků, některé s několika panely, 9 tabulek, a seznam zkratk. Literatura je členěna přehledně, autor zvolil průběžný systém číslování (celkem 73 odkazů).

Ve stručném úvodu je charakterizována studovaná problematika, jsou uvedeny základní nevyjasněné otázky, které budou předmětem studia a je stručně uveden obsah jednotlivých kapitol.

V kapitole „Teoretické základy“ jsou uvedeny základní informace o základních typech interakcí v prvcích vzácných zemin, V této kapitole velmi oceňuji podrobný a jasný popis možných elektronových stavů iontů Ceru a Yterbia. Obr. 1,2 jsem v citaci 16 nenalezl, mohl by uchazeč popsat jak vznikl, u obr. 1.3 mi chybí definice parametru R. V druhé části této kapitoly je uveden teoretický popis jevů, které se mohou objevit během měření prováděných v této práci. Část o susceptibilitě je velmi stručná, chybí mi např. zmínka o Pauliho paramagnetismu – ač se o něm ve výsledkové části hovoří např. na stránkách 82 a 90. Není zde též zmínka o teplotě spinových fluktuací T_{SF} přestože je tato ve výsledkové části používána. Elektrický odpor magneticky uspořádaných materiálů bývá pod teplotou magnetického přechodu kvadraticky závislý na teplotě. Náznaky tohoto chování vykazuje i sloučenina CeRuSn. +Může to uchazeč nějak komentovat?

Kapitola „Experimentální metody“ je věnována popisu použitých experimentálních metod. Podrobně jsou popsána zařízení na přípravu monokrystalických vzorků a stručně popsána zařízení na studium jejich vlastností. Uchazeč zvládl dvě náročné metody přípravy monokrystalů, přičemž příprava monokrystalů na basi Yterbia z flaxu je unikátní.

Kapitola stručně nazvaná CeRuSn, mající 45 stránek, tvoří jádro disertace. Dosavadní výsledky ukazují na to, že atomy Ce v různých krystalografických polohách mají odlišnou valenci, která se pravděpodobně mění během strukturních přechodů. V tom je tato sloučenina unikátní. Kapitola věnovaná této sloučenině je rozdělena na dvě části, první část je věnována vysokoteplotním strukturním přechodům, druhá část nízkoteplotním magnetickým přechodům. Příprava monokrystalů této sloučeniny je velmi obtížná. Uchazeč použil Czochralskiho metodu, provedl 14 pokusů za různých vnějších podmínek. Mezi nejvýznamnější výsledky první části věnované strukturním přechodům patří detailní popis a rozbor změn struktur při fázových přechodech včetně pozorovaných změn mřížkových parametrů, elektrického odporu a susceptibility. Je pozoruhodné, že výrazný pokles mřížkového parametru c při těchto přechodech se neprojevuje tak výrazně v anomáliích elektrického odporu a susceptibility. Má pro to uchazeč nějaké vysvětlení? Výrazný vzrůst

teplot těchto přechodů s rostoucím tlakem je reminiscencí na chování fázového přechodu $\gamma \rightarrow \alpha$ v čistém Ce. Analýza tohoto chování a možné souvislosti se změnou valence Ce provedená autorem je velmi kvalitní. Druhá část této kapitoly je věnována detailnímu studiu antiferomagnetického fázového přechodu pozorovaného při teplotě 2.8 K. Významným výsledkem je především překvapivý vzrůstu teploty magnetického přechodu s rostoucím hydrostatickým tlakem, zatímco magnetizace, tak jak je to obvyklé, s rostoucím tlakem klesá. Mohl by autor blíže komentovat rozpor mezi výsledkem teoretického výpočtu předpokládajícím přítomnost magnetického momentu na iontech Ce majících velké meziatomové vzdálenosti Ce-Ru (polohy 2) a výsledky nejnovějších studií magnetické struktury pomocí neutronové difrakce kde se předpokládá přítomnost magnetického momentu v polohách s nejmenší vzdáleností Ce-Ru (polohy 1), což vzhledem k očekávané výrazné hybridizaci je i pro mne překvapivé. Nemohou tam hrát roli počty nejbližších sousedů? Detailní analýza chování magnetických fázových přechodů za různých podmínek umožnila sestrojít magnetický fázový H – T diagram, který považuji za zásadním výsledek.

Čtvrtá kapitola popisuje přípravu a základní vlastnosti sloučeniny YbPt_2Si_2 a obsahuje stručnou diskusi získaných výsledků. Mám na uchazeče dvě otázky. Měřil též vliv magnetického pole na elektrický odpor za normálních podmínek a ne pouze za vysokých tlaků. Co je příčinou řádově vyšších hodnot magnetické susceptibility získaných při teoretickém výpočtu než při experimentu?

Pátá kapitola popisuje přípravu a základní vlastnosti nově připravené sloučeniny $\text{Yb}_2\text{Pt}_3\text{Si}_5$ a obsahuje stručnou diskusi získaných výsledků. Mám na uchazeče otázku. Co je příčinou více než trojnásobné hodnoty T_{SF} ve směru b než v ostatních směrech, jakým způsobem byla určena?

V závěrečné, šesté kapitole jsou stručně a srozumitelně shrnuty výsledky uvedené v předchozích kapitolách. Kromě obecných závěrů oceňuji stručný nástin možných směrů budoucího studia, především experimentů vedoucích k vysvětlení překvapivého vzrůstu teploty magnetického přechodu sloučeniny CeRuSn s rostoucím hydrostatickým tlakem.

Grafická kvalita práce je spíše průměrná, zasloužila si větší péči. Autor se v práci nevyvaroval překlepů, které v některých případech zhoršují přehlednost práce. Popisy obrázků nejsou vždy na stejné straně jako obrázek a nejsou odsazeny. Na počátku páté kapitoly je nešťastný překlep odkazující na neexistující sub-kapitolu popisující přípravu vzorků.

Připomínky a poznámky uvedené v tomto posudku nesnižují velmi dobrou kvalitu práce. Předkládaná práce splňuje jak volbou témat a metod, tak i úrovní zpracování požadavky kladené na disertační práci. Disertační práce jednoznačně prokazuje předpoklady autora k samostatné tvořivé práci.

Praha, 27. června 2014

RNDr. Zdeněk Arnold, CSc.

Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.