

Posudek disertační práce

**Matúše Mihalik**

**“Instabilities of *f*-electron States in Compounds Based on Light Rare Earths”**

Předložená disertační práce se zabývá strukturálními, magnetickými a transportními vlastnostmi několika vybraných sloučenin obsahujících některou z lehkých vzácných zemin. Práce je rozdělena do šesti kapitol. Po krátkém úvodu s motivací práce následuje shrnutí obecných teoretických poznatků a popis použitých experimentálních metod. Vlastní výsledky jsou uvedeny ve stěžejní 4. kapitole. Poslední dvě kapitoly shrnují dosažené výsledky a dávají je do širšího kontextu magnetických vlastností sloučenin s *f* elektrony. Rozsah jednotlivých částí je odpovídající, práce je napsána srozumitelně, výsledky jsou v odpovídající míře doprovázeny grafy. V práci jsem nenašel příliš mnoho překlepů, formulace v anglickém jazyce by ovšem mohly být mnohde zlepšeny.

Disertační práce obsahuje značné množství experimentálních dat včetně jejich analýzy. Studované sloučeniny by se daly rozdělit do tří základních skupin – hexagonální RERhSn, ortorombické REPdSn a tetragonální REIr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>, přičemž byly pro studium zvoleny sloučeniny obsahující lehké vzácné zeminy La, Ce, Pr a Nd. Téměř všechna měření byla prováděna na v rámci této práce připravených monokrystalických vzorcích, což považuji za nesmírně cenné. Práce je zaměřena především na studium magnetických vlastností těchto materiálů pomocí měření magnetizace, magnetické susceptibility, tepelné kapacity, elektrického odporu a v jednom případě (NdRhSn) též neutronové difrakce. Některá měření elektrického odporu byla prováděna i při aplikaci vnějšího magnetického pole nebo hydrostatického tlaku.

Aniž bych popisoval jednotlivé případy, lze obecně říci, že studium monokrystalických vzorků přináší kvalitativně mnohem hodnotnější informace než studium polykrystalů. To je názorně demonstrováno v předložené práci, kde většina ze studovaných sloučenin vykazuje silné anizotropní vlastnosti.

Konkrétně bych chtěl poukázat na jednu zajímavou skutečnost týkající se existence dvou různých krystalových struktur sloučenin REIr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> (obr. 4.29). Je poměrně překvapivé, že při nízkých teplotách je stabilnější struktura s větší symetrií. Rovněž rozdíl tepelné kapacity krystalové mříže (obr. 4.30) je obrovský uvážíme-li, že se obě modifikace liší jen částečnou změnou vazeb při zachování chemického složení i objemu.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

1) Z překlepů bych zmínil jen dva, jež by mohly být pro někoho matoucí:

- na str. 69 je odpor nízkoteplotní fáze CeIr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> popsán kvadratickým členem, ale v text se objevuje formulace „existence of a cubic law...“

- značení Ni1 a Ni2 na obr. 4.1a je opačné oproti značení T1 a T2 v příloze A.

- 2) Magnetická entropie PrRhSn zjištěná v poli 9 T je výrazně nižší než pro ostatní hodnoty magnetického pole. Čím to může být způsobeno?
- 3) Z textu mi není zcela zřejmé, co přesně označuje hodnota  $n$  na straně 68. Zavedení formulací „ $n$  gives the fraction of Ce ions, which are in the interconfiguration state and in normal  $Ce^{3+}$  state“ spolu s hodnotami  $n$  blízkými nule a závěrem, že většina atomů Ce se nachází ve stavu 4+ mi přijde trochu nejasná.
- 4) Tepelná kapacita HT fáze  $CeIr_2Si_2$  je prezentována jako lineární pod 6 K. Je zde uvedena analogie ke sloučenině  $YbB_4$  [Kim et al., JAP 101 (2007) 09D501)]. V uvedeném článku jsem ale takové chování tepelné kapacity nenašel.
- 5) Magnetizační křivky HT fáze  $PrIr_2Si_2$  jsou fitována Brillouinovou funkcí, výsledkem je určitá hodnota  $M_{sat}$  (obr. 4.36). Pro různé teploty se hodnoty  $M_{sat}$  dosti liší, přičemž se zvyšují pro rostoucí teplotu měření. Obecně jsou pak podstatně vyšší než hodnota získaná z vysokopoleního experimentu (obr. 4.37). Mají pak takto získané hodnoty  $M_{sat}$  nějaký fyzikální význam?
- 6) V tepelná kapacita  $PrIr_2Si_2$  (obr.4.33) jsou pozorovány anomálie při nízkých teplotách. Pro obě krystalové modifikace (HT a LT) jsou tyto anomálie připisovány Schottkyho příspěvku. Je zde Schottkyho příspěvkem myšlen příspěvek elektronových nebo jaderných energetických hladin? Z obrázku také není příliš zřejmý vliv magnetického pole na tuto anomálii u LT fáze, je možné ukázat detailnější obrázek? Bylo by možné získat nějaká kvantitativní data (velikost štěpení hladin, entropie)? Jaká je magnetická entropie LT fáze mezi 4 a 50 K?
- 7) Máte v úmyslu další studium těchto sloučenin, např. pomocí neutronové difrakce?

Závěrem mohu konstatovat, že předložená práce zřetelně ukazuje schopnosti samostatné výzkumné práce Matúše Mihalika a doporučuji ji uzнат jako úspěšnou disertační práci.

Praha, 27.10.2008

