

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Bc. Petr Král

Název práce: Unconventional behavior of Ce and Yb compounds induced by extreme pressure

Studijní program a obor: Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

Rok odevzdání: 2020

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: RNDr. Silvie Černá, Ph.D.

Pracoviště: Katedra fyziky kondenzovaných látek, MFF UK

Kontaktní e-mail: maskova@mag.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:

Předložená diplomová práce je věnována experimentálnímu studiu vlivu externího tlaku na fyzikální vlastnosti vzácnozeminných sloučenin. Jako příklad byla zvolena sloučenina $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$. Práce je psána v anglickém jazyce, což oceňuji velmi kladně. Výsledky práce jsou tak přístupné i zahraničním skupinám.

Členění předkládané diplomové práce do jednotlivých kapitol je víceméně standardní. V úvodních třech kapitolách je stručně uveden fyzikální základ studovaných jevů nezbytný k základnímu porozumění magnetismu v látkách se vzácnou zeminou, přehled dosavadních poznatků o vlastnostech $\text{R}_2\text{T}_2\text{X}$ (R = vzácná zemina, T = tranzitivní kov, X = p -kov) sloučenin a podrobný souhrn experimentálních technik charakterizace studovaného materiálu. Těžištěm vlastní práce je čtvrtá kapitola, která je věnována prezentaci a diskuzi získaných výsledků - fyzikálních vlastností sloučeniny $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$ a vlivu aplikace externího (hydrostatického nebo jednoosého) tlaku na tyto vlastnosti. Následuje stručný závěr a literatura.

Předchozí studie odhalily u sloučeniny $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$ přítomnost dvou magnetických fázových přechodů. Při teplotě $T_N \approx 4.5$ K se sloučenina $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$ uspořádává feromagneticky. Při dalším snižování teploty se magnetické uspořádání mění na feromagnetické ($T_C \approx 4.1$ K). Pozice fázových přechodů byla nově stanovena (pomocí analýzy teplotní závislosti měrného tepla) jako $T_C \approx 4.16$ K a $T_N \approx 4.65$ K. Nalezená hodnota saturovaného Ce magnetického momentu činí $1.87\mu_B/\text{Ce}$.

Vliv aplikace externího tlaku na fyzikální vlastnosti studované sloučeniny je velmi zajímavý. Vnější hydrostatický tlak ovlivňuje oba pozorované přechody, avšak změny Néelovy teploty nejsou tak významné jako v případě Curieovy teploty. Vlivem aplikovaného hydrostatického tlaku se feromagnetické uspořádání posunuje do nižších teplot, kdežto antiiferomagnetický přechod není mechanickým tlakem příliš ovlivněn. Hydrostatický tlak vede ke snížení nasyceného momentu. Naměřená data umožňují konstruovat fázový $p - T$ diagram.

Diplomant v práci naznačuje i možný postup pro další studium vlastností sloučeniny $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$. Pro kompletní vykreslení fázového $p - T$ diagramu je nutné studium ve vyšších tlacích, které diplomant odhaduje na 5 GPa. Odhadovaný tlak by měl být dostatečně velký k úplnému potlačení feromagnetického stavu.

Závěrem ráda konstatuji, že Bc. Petr Král předložil práci, která obsahuje značné množství původních výsledků a je významným příspěvkem do vysoce aktuálního výzkumu vzácnozeminných sloučenin. Diplomant prokázal schopnost samostatné vědecké práce s využitím dostupného experimentálního vybavení. Domnívám se, že práce nepochybně splňuje požadavky kladené na diplomovou práci. Práci doporučuji k obhajobě a věřím, že bude úspěšně obhájena.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Krystalová struktura studované sloučeniny $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$ je popisována jako vrstevnatá struktura skládající se z vrstvy obsahující atomy ceru a druhé nemagnetické vrstvy obsahující ostatní atomy. Diplomant při popisu tvrdí, že vrstva, která neobsahuje cer, je nemagnetická. Obecně však atomy tranzitivních kovů mohou nést magnetický moment. Jak je tomu v případě sloučenin $\text{R}_2\text{T}_2\text{X}$? Existuje nějaký důvod, proč by nemohl být magnetický moment na atomech tranzitivního kovu? Byly provedeny nějaké experimenty, aby se toto vyvrátilo/potvrdilo? Jaké experimenty by mohly ukázat přítomnost magnetického momentu i na atomech tranzitivního kovu?

2. V kapitole 4.1 je ukázána teplotní závislost mřížových parametrů. Na daných závislostech není vidět vliv magnetického uspořádání v nízkých teplotách. Na straně 31 se píše, že byl studován i teplotní vývoj nejkratší mezicerové vzdálenosti $d_{\text{Ce-Ce}}$, která však v práci ukázána není. Podobná závislost mřížových parametrů na teplotě byla nalezena i na izostrukturálních sloučeninách $\text{U}_2\text{Ni}_2\text{Sn}$ [S. Mašková et al., Phys. Rev. B 99 (2019) 064415] a $\text{U}_2\text{Pd}_2\text{Sn}$ [A. Purwanto et al., Phys. Rev. B 50, 6792 (1994)] – tedy na teplotní závislosti mřížových parametrů není pozorován žádný efekt magnetostrikce. Vzhledem k tomu, že atom U neleží ve fixní poloze, ale má volný parametr x (x , $x+1/2$, $1/2$), je nejkratší vzdálenost mezi atomy U dána i jejich polohou. V důsledku toho je u sloučeniny $\text{U}_2\text{Ni}_2\text{Sn}$ magnetostrikce pozorována na nejkratší meziatomové vzdálenosti v bazální rovině. Jak je tomu v případě sloučeniny $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/~~bakalářskou~~.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

V Praze, dne 5.6.2020



RNDr. Silvie Černá, Ph.D.