

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího
 bakalářské práce

posudek oponenta
 diplomové práce

Autor/ka: Ondřej Zálešák
Název práce: Teorie magnetooptických jevů
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika
Rok odevzdání: 2019

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: RNDr. Tomáš Janda
Pracoviště: Katedra chemické fyziky a optiky, MFF UK
Kontaktní e-mail: janda@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

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:

Ve své bakalářské práci se Ondřej Zálešák zabývá simulacemi magnetooptické (MO) odezvy antiferomagnetu Mn_3NiN s nekolineárním uspořádáním magnetických momentů. Tento materiál vykazuje některé unikátní vlastnosti, a je v současné době intenzivně studován. MO jevy tvoří základ mnoha experimentálních metod používaných při výzkumu magnetických látek. Analýza MO odezvy je proto užitečným příspěvkem k výzkumu tohoto materiálu.

Autor v první části práce nejprve představuje teoretický aparát použitý k výpočtu MO odezvy. Ta je charakterizována pomocí změn polarizace světla odraženého od povrchu vzorku, jehož magnetické vlastnosti jsou popsány pomocí tenzoru permitivity.

V další části je krátce představen zkoumaný materiál, který se může nacházet ve stavech s různou orientací magnetických momentů v základní buňce. V této práci jsou zkoumány dvě z nich, Γ_{5g} a Γ_{4g} .

Simulační algoritmus je nejprve otestován na feromagnetické vrstvě železa s magnetizací kolmou k povrchu vzorku. Získané výsledky ovšem nejsou porovnány s literaturou.

V další kapitole autor uvádí výsledky získané pro Γ_{5g} fázi Mn_3NiN . Díky vnitřní symetrii tohoto materiálu je interakce jeho magnetického uspořádání se světlem popsána jediným komplexním parametrem σ_{zx} . Závislost stočení polarizační roviny a indukované elipticity světla odraženého od vzorku na natočení polarizační roviny dopadajícího světla vykazuje oscilující charakter a v další analýze je studována její oscilační amplituda jako funkce vlnové délky a komplexní fáze parametru σ_{zx} . Za pozornost stojí zejména silná závislost na komplexní fázi, která moduluje amplitudu MO odezvy v rozsahu několika řádů. Závislost na vlnové délce je ve studované viditelné spektrální oblasti přibližně lineární. Kvůli neznámé spektrální závislosti parametru σ_{zx} je ovšem tento uvažován jako spektrálně nezávislý a skutečná spektrální závislost MO odezvy může být odlišná.

Složitější chování vykazuje fáze Γ_{4g} popsána dvěma nezávislými komplexními parametry σ_{zx} a σ_{xy} . Polarizační závislost má opět oscilující charakter, tentokrát s nenulovým konstantním offsetem. Pozorována je opět silná závislost amplitudy MO odezvy na komplexní fázi σ_{zx} , zatímco parametr σ_{xy} má vliv na konstantní offset polarizační závislosti.

Srovnání obou studovaných magnetických fází Mn_3NiN ukazuje, že MO odezva ve fázi Γ_{5g} by měla být o několik řádů silnější než v Γ_{4g} , což představuje zajímavý impuls pro navazující experimentální studie.

Nesporně zajímavé téma a výsledky poněkud trpí formálním zpracováním, které hodnotím jako spíše průměrné. V práci se vyskytuje řada drobných chyb, které však zřejmě nemají vliv na správnost získaných výsledků a vznikly při sepisování práce. Autor se také omezuje pouze na konstatování získaných výsledků a chybí diskuze, která by poskytla fyzikální vhled do studované problematiky. V tomto duchu se odvíjí i náměty navrhované k diskuzi.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- 1) Většina výpočtů je prováděna pro úhel dopadu 5° . Pro fázi Γ_{5g} uvádíte, že při kolmém dopadu je MO odezva prakticky nulová. Můžete tuto skutečnost nějak komentovat? Souvisí to se symetrií materiálu? Jaká je odezva v kolmém dopadu pro fázi Γ_{4g} ?
- 2) MO odezva pro obě fáze silně závisí na komplexní fázi parametru σ_{zx} , který má význam anomální Hallovy vodivosti. Elipticita klesá k nule, pokud fáze σ_{zx} nabývá násobků $\pi/2$, což odpovídá reálné nebo ryze imaginární vodivosti, a rotace se nuluje pro fáze o $\pi/4$ posunuté. Máte nějaké vysvětlení, proč MO odezva vymizí právě za těchto okolností?
- 3) Vypočtená míra rotace polarizační roviny a elipticity světla je neobvykle vysoká a dosahuje jednotek stupňů, což je způsobeno zvolenou absolutní hodnotou parametrů σ_{zx} a σ_{xy} .

V nedávné době byl publikován článek [Phys. Rev. B 99, 104428 (2019)], ve kterém autoři počítají anomální Hallovu vodivost tohoto materiálu. Můžete jimi získané výsledky použít k naškálování vámi spočtené MO odezvy?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako ~~diplomovou~~/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: V Praze, 26. 8. 2019