

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Josef Kadlec
Název práce: Lineární terahertzová spektroskopie polovodičových nanostruktur
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)
Rok odevzdání: 2018

Jméno a tituly vedoucího: doc. RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph.D.
Pracoviště: KCHFO MFF UK
Kontaktní e-mail: tomas.ostatnický@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:

Úkolem studenta Josefa Kadlece bylo provést výpočet elektrické vodivosti nanokrystalu v terahertzové frekvenční oblasti pro konkrétní geometrie koule a duté koule. Obecný kvantově-mechanický vzorec je sice známý, k jeho vyčíslení je ale třeba vyřešit statickou Schrödingerovu rovnici a difuzní rovnici s okrajovou podmínkou a výsledky následně dosadit a vyčíslit ze známých vzorců. Tato zdánlivě snadná úloha je analyticky řešitelná např. pokud má nanokrystal tvar dokonalé krychle. V případě sféricky symetrického krystalu hledání vlastních stavů elektronu vede na transcendentní rovnici, kterou je třeba řešit numericky, navíc obecná rovnice pro výpočet vodivosti obsahuje násobnou sumu, jejíž vyčíslení by nebylo v rozumném čase proveditelné. Zde přichází ke slovu analytické vyčíslování sum a integrálů všude tam, kde je to v konkrétní geometrii možné, čímž lze výpočet řádově zrychlit.

Pan Kadlec se se zadaným problémem bravurně popral zcela samostatně a úlohu plně vyřešil včetně implementace numerického výpočtu v prostředí Matlab. Velmi si cením analytické části, ve které student pracuje se sférickými Besselovými funkcemi a přidruženými Legendrovými polynomy: zde netriviálně využívá rekurentní vzorce, relace úplnosti a vzorce pro skalární součiny, aby nakonec maximálně zjednodušil výsledný vzorec pro vodivost. Například úvaha o úplnosti systému vlastních funkcí vede na vztahy pro okrajové podmínky (1.28)–(1.30), které úloha musí splňovat, a dále je ukázáno, že je skutečně splňuje. Není také nezajímavé, že se podařilo obecně ukázat, že vodivost nanokrystalu při nulové frekvenci je nulová — k tomu je opět třeba podrobně znát vlastnosti speciálních funkcí a umět s nimi efektivně pracovat. Numerická implementace sama o sobě také stojí za zmínku, pro fyzika bez tréninku v numerických metodách to rozhodně není běžný úkol na jedno odpoledne.

Celkově práce sice čtenáře neohromí příliš velkým rozsahem stránek nebo počtem grafických výstupů, její stěžejní část tkví v precizním analytickém vyčíslení složitých vzorců a v množství času vynaloženého na její řešení. Pan Kadlec si jistě musel dokonale osvojit práci se speciálními funkcemi a také některými numerickými metodami, stejně jako práci s Matlabem. V tomto kontextu je třeba práci vidět jako výrazně nadprůměrnou. Vlastnímu textu je ale třeba vytknout příliš rozvolněné formulace, překlepy, chybějící interpunkci, vzorce (1.38)–(1.39) na levé straně obsahují chybně označený vlnový vektor.

Celkově jako školitel hodnotím vlastní práci i nasazení pana Kadlece jako vysoce nadprůměrné. Výsledky mají vysokou hodnotu i z pohledu základního výzkumu na pracovišti.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Žádné.

Práci:

- doporučuji
 nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 14. srpna 2018