

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Jindřich Šándor
Název práce: Lineární terahertzová odezva polovodičových nanostruktur
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)
Rok odevzdání: 2023

Jméno a tituly vedoucího: doc. RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph. D.
Pracoviště: Katedra chemické fyziky a optiky, 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 opané

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:

Předložená bakalářská práce představuje výpočet střídavé vodivosti grafénových nanočástic v terahertzovém elektromagnetickém poli. Její řešitel J. Šándor vycházel z dřívější bakalářské práce Davida Spitzkopfa, který řešil stejnou úlohu, ale ukázalo se, že v jeho postupu jsou nedostatky, které je třeba opravit. Bylo proto třeba na úrovni efektivního hamiltoniánu pro okolí Diracových bodů nalézt vlastní stavy elektronů se správnými okrajovými podmínkami, nalézt jejich energie, maticové prvky matice pro dipólový přechod a nakonec spočítat vodivost.

Na první pohled se úloha zdá být zřejmá, ke zvládnutí správných okrajových podmínek je ale třeba nastudovat literaturu a okrajové podmínky pro vlnovou funkci se čtyřmi komponentami správně implementovat, což se J. Šándorovi povedlo. Další úskalí tkví ve výpočtu maticových prvků dipólové matice, protože obvyklý tvar interakčního hamiltoniánu $H'_{kl} = (\mathbf{p} \cdot \mathbf{A})/m$ selže kvůli nulovosti efektivní hmotnosti elektronu: v práci je nicméně odvozen správný tvar matice i pro Diracův elektron a tento problém se zdárně podařilo překonat. Dokonce je ukázáno, že výběrová pravidla pro dipólové přechody se rovnají v různých kalibracích elektromagnetického pole. Nakonec je třeba odvodit správný tvar operátoru proudu, což se povedlo pouze pro kalibraci $\mathbf{A} = 0$, nicméně i to stačí pro výpočet spekter lineární odezvy.

Pan Šándor pracoval na tématu bakalářské práce samostatně a svědomitě až do doby, kdy musel své bakalářské studium o rok prodloužit. V ten moment v práci byly z mého pohledu drobné nedodělky, které bylo možné v následujícím roce rychle vyřešit, ale autor práce tak už neudělal. Mezi jinými bylo možné lépe rozmyslet podmínku (2.21), kde $i = n = 0$ dává fyzikálně relevantní řešení, dal se dopočítat operátor proudu pro kalibraci $\mathbf{A} \neq 0$ a více než žádoucí by bývalo bylo doplnit vypočtená spektra v kapitole 7 o komentář a diskusi. Je totiž škoda, že se nepodařilo z velmi dobré matematické části vytěžit více fyzikálních výsledků, přitom stačilo stávající grafy včas prodiskutovat a mírně upravit vstupní parametry ve výpočtech. Například když porovnáme spektra v obr. 7.1–7.5 s obr. 7.6, vidíme, že obr. 7.6 zobrazuje jinou sérii spektrálních čar než obrázky před ním. Je tedy velmi důležitou otázkou, zda se jedná o vnitropásové nebo mezipásové přechody, případně jaký je mezi jednotlivými sériemi čar rozdíl.

Celkově práci hodnotím jako jednoznačně nadprůměrnou co do rozsahu, objemu originálních výsledků i nasazení jejího řešitele. Nedostatky zde zdůrazňuji jako výtku, že práce mohla být o třídu výš, kdyby se pan Šándor v posledním ročníku studia věnoval alespoň trošku jejímu dotažení do konce.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Práci:

- doporučuji
 nedoporučuji
uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 31. července 2023