

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: **Filip Klimovič**

Název práce: **Terahertz Radiation in Nanostructures**

Studijní program a obor: **Fyzika – Optika a optoelektronika**

Rok odevzdání: **2019**

Jméno a tituly oponenta: **Mgr. Hynek Němec, Ph.D.**

Pracoviště: **Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.**

Kontaktní e-mail: **nemec@fzu.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 oponenta:

V předložené diplomové práci Filip Klimovič počítá efektivní terahertzovou odezvu kompozitu obsahujícího polovodičové nanočástice rozptýlené v dielektrické matici. Většina dosavadních přístupů je založena na dvou zcela oddělených krocích – výpočet odezvy nanočástice ve známém lokálním elektrickém poli, a dopočítání lokálního elektrického pole s využitím kvazistatického přiblížení efektivního prostředí. Zásadním přínosem diplomové práce je snaha o spojený popis vazby mezi depolarizačním polem, a redistribucí náboje způsobenou aplikovaným polem. Pochopení této souvislosti je přitom klíčové pro interpretaci terahertzových spekter, které obsahují informaci o transportu náboje na nanoskopických délkových škálách.

Diplomant jasně prokázal schopnost provádět rozsáhlé netriviální kvantově mechanické výpočty analyticky i numericky. Zdůrazňuji, že se nejednalo o jasně vytyčenou cestu, ale že zformuloval originální přístup k řešení problému.

Převažující část práce je sepsána dobře, srozumitelně, ale bez nadhledu. Doplněním a diskusí odkazů na literaturu by například zřetelněji vyplynul význam předkládané práce. Kvalita některých částí je silně podprůměrná: zejména je velmi obtížné rozklíčovat cíl výpočtů v abstraktu, v úvodu a v závěru práce; vyskytují se zavádějící tvrzení (např. věta „The main aim of our work is to address the depolarization effects in semiconductor nanostructures with quantum mechanical approach, for classical electrostatics don't apply“ na straně 4 navozuje dojem výpočtů pomocí kvantové/klasické elektrodynamiky, zatímco všechny výpočty jsou stejně prováděny právě v rámci klasické elektrostatiky). Excesem pak je nedoložené tvrzení, že fyzikální rozměr intenzity elektrického pole v jednorozměrném prostoru je $V \cdot m$ namísto standardního $V \cdot m^{-1}$.

Mám pochybnosti o správnosti vztahu (7.11): přijde mi, že je zanedbána rovnovážná odezva, takže je tento vztah v rozporu s rovnicí (3.3). Započítání rovnovážné odezvy by zásadním způsobem ovlivnilo chování korekce depolarizačního faktoru, která by začala být úměrná intenzitě elektrického pole, takže by se výsledná efektivní odezva stala nelineární. Bez ohledu na správnost vztahu (7.11) je vyvinutý přístup cenný pro další zkoumání interakce (nejen) terahertzového záření s nanočásticovými kompozity.

Přesto tyto dílčí výhrady práce velmi dobře splňuje požadavky kladené na diplomovou práci.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

V Praze dne 18. ledna 2019

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Diskutujte možný rozpor mezi vztahy (3.3) a (7.11). S tímto souvisí následující otázky:
 - Jaký je fyzikální význam depolarizačního faktoru přesahujícího 1? Ve vztahu (3.7) tvrdíte, že součet depolarizačních faktorů ve třech hlavních směrech je právě 1... Zde je do značné míry podpora mých pochybností o správnosti vztahu (7.11).
 - I vychýlení nábojové hustoty ρ_1 se děje na pozadí pevné látky v rovnováze, která je charakterizovaná permitivitou ϵ_r – proč je toto zanedbáno v rov. (7.7)?
 - Došlo by ke změně depolarizačního faktoru i v případě, že by prostorové rozložení nábojové sice odpovídalo kvantovým výpočtům, ale odezva nábojů by byla klasická, např. Drudeovská?
 - Je možné rigorózně dokázat, že vztah (8.27) vede ve Vašem 1D modelu k reálnému číslu i za obecných podmínek? Podle tohoto vztahu dochází ke změně depolarizačního faktoru i v limitě nulové koncentrace nábojů – proč?
- Volba středování ve vztahu (7.10) je pro další výpočty zcela fundamentální. Můžete podrobněji diskutovat volbu váhy, zejména proč není použita třeba váha $|n_1|$, která by popisovala přímo rozdělení nerovnovážných nábojů?
- Přiblížení rotující vlny je vcelku bezproblémové v optickém oboru. Můžete se případně vyjádřit k oprávněnosti tohoto přiblížení pro terahertzové frekvence?