

Oponentní posudek na diplomovou práci Pavla Kvasničky *Surface plasmons on nanostructures*

Předložená diplomová práce Pavla Kvasničky *Surface plasmons on nanostructures* je věnována teoretickému i experimentálnímu studiu povrchových plazmonů vytvářených pomocí nanostruktur a možnostem využití těchto struktur v senzorech založených na rezonancích povrchových plazmonů (SPR) pro monitorování změn indexu lomu, zejména pro biologickou a chemickou charakterizaci. Senzory založené na povrchových plazmonech již dostatečně ukázaly v předchozích letech svůj obrovský aplikační potenciál a jsou používány v mnoha oblastech výzkumu i praxe. Právě ve skupině školitele je tato oblast již řadu let na plně srovnatelné mezinárodní úrovni úspěšně systematicky studována. Spolu se současným masivním rozšiřováním uplatnění nanočástic a obecně nanotechnologií do mnoha oblastí fyziky i interdisciplinárního výzkumu, se zde jako velmi aktuální jevila otázka jejich možné aplikace i na SPR senzory; právě na tuto otázku se snaží, zřejmě jako jedna z prvních sond, odvodit i předložená diplomová práce. Jako testovací nanočástice jsou zvoleny komerčně dostupné sférické nanočástice zlata (průměr 30 a 50 nm). Byla potvrzena jak teoreticky tak experimentálně možnost použití takovýchto struktur pro senzorové aplikace.

Posuzovaná diplomová práce má 48 stran, obsahuje 20 obrázků a 4 tabulky, odkazů na literaturu je úctyhodných 48. Práce je členěna do 7 hlavních kapitol, včetně českého a anglického abstraktu v úvodu, stručného úvodu do problematiky, závěru, přehledu literatury a dvou dodatků (model permitivity zlata a výpis programu `mie.py`). První kapitola je úvodní, jsou zde diskutovány fyzikální základy jevu lokalizovaného povrchového plazmonu (LSP) a jeho možné aplikace pro použití v biosenzorech. Druhá část definuje stručně a přehledně cíle práce a její další členění. 3. kapitola se věnuje teorii, diskutuje jednak vhodné nástroje a přístupy k modelování LSP (elektrostatická aproximace, Mieova teorie, metoda aproximace diskrétními dipóly – DDA a metoda konečných diferencí v časové doméně – FDTD), jednak citlivost senzorů založených na LSP na nanočásticích. Ve 4. kapitole jsou popsány a diskutovány experimenty, zejména experimentální schéma a použitý materiál, jsou prezentovány a diskutovány výsledky získané měřením transmisních spekter, je provedeno srovnání s Mieovou teorií, byly získány křivky citlivosti polohy minima SPR v závislosti na indexu lomu prostředí a přítomnosti biomolekulární vrstvy. Na příkladech je ilustrována možnost užití takovýchto LSP pro SPR senzory. Konečně pátá závěrečná kapitola shrnuje výsledky práce. Práce je zakončena přehledem literatury (6. kapitola) a dvěma dodatky (7. kapitola).

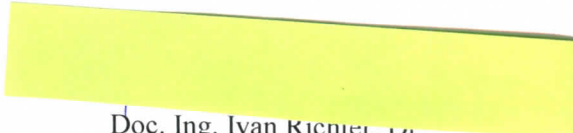
Text práce je psán sympaticky stručně, přitom se snahou o přesné a jasné vyjadřování, ne u všech diplomových prací typickou, někde bych však možná uvítal přece jen podrobnější popis a diskuzi, ale to je též dáno odlišnými zvyklostmi na pracovišti. Zvolená angličtina je až na několik nepodstatných drobností téměř bezchybná, pokud mohu posoudit, práce zřejmě prošla důkladnou revizí. Grafická úroveň práce je na standardní vysoké úrovni, také překlepy a formální chyby jsou velmi řídké, takže nestojí ani za zmínku, využití obrázků, grafů a tabulek je adekvátní a efektivní. Struktura práce je také myslím vhodně zvolena. Ačkoliv nejsem odborníkem systematicky pracujícím v dané oblasti SPR, je více než zřejmé, že úroveň prezentované diplomové práce je velmi vysoká, totéž vyplynulo i z neformálních diskuzí přímo s diplomantem, kde jsem měl i možnost si i řadu věcí přímo vyjasnit. Myslím, že výsledky mohou být významné pro rozšíření praktických aplikací tohoto nového typu senzoru. Osobně si velmi cením zvládnutí několika modelovacích přístupů, zejména dosti náročnou Mieovu teorii rozptýlu, kterou diplomant zcela nezávisle implementoval ve vlastním domácím kódu, který úspěšně aplikoval. Podařilo se mu dále zvládnout a aplikovat další dvě z poměrně náročných numerických metod (DDA, FDTD) formou na pracovišti dostupných programů.

Předložená diplomová práce přinesla celou řadu podnětů pro diskuzi, zde bych se omezil jen na následující dotazy a připomínky, k nimž by se mohl diplomant v rámci obhajoby vyjádřit:

1. Jak by dopadlo srovnání typického spektrálního průběhu SPR křivky pro Mieovu teorii a FDTD?
2. Zajímal by mne trošku detailnější vzhled do filozofie výpočtu účinného průřezu extinkce v rámci elektrostatické aproximace (rovnice (40), str. 19).

3. Je možno stručně komentovat „výpočetní“ část procesu FDTD, odhad typických výpočetních časů, konvergence problému vzhledem k velikosti diskretizačního kroku, volba zdrojů a detektorů v kódu, forma zahrnutí disperzní závislosti, paralelita výpočtů.
4. Tužil by diplomant, jak by mohlo dopadnout srovnání FDTD výpočtu (např. pro sférickou nanočástici) pro 3D případ a 2D případ (2D aproximace 3D problému)?
5. V části 3.2.5 práce jsou diskutovány zajímavé výsledky pro n esférické částice, uvažuje se v této souvislosti o zkoumání dalších typů / tvarů částic, resp. i jejich uspořádaných systémů? Co by tato uspořádanost mohla přinést?

Závěrem mohu konstatovat, že předložená diplomová práce Pavla Kvasničky dle mého názoru jednoznačně splnila zadání, jakož i veškeré požadavky na tyto práce kladené příslušnými předpisy. Diplomovou práci proto jednoznačně doporučuji k obhajobě. Diplomant prokázal jak smysl pro fyzikální porozumění řešené problematiky, její fyzikálně matematický popis, počítačové a numerické řešení problému, tak i schopnosti jejich uplatnění v technickém a experimentálním řešení. Po úspěšné obhajobě navrhuji práci klasifikovat stupněm **v ý b o r n ě**.



Doc. Ing. Ivan Richter, Dr.
KFE FJFI ČVUT

V Praze dne 22. května 2008

Doc. Ing. Ivan Richter, Dr.
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Katedra fyzikální elektroniky
Břehová 7, 115 19 Praha 1
Tel: 2 2191 2826
Fax: 2283072844, 8468 4818
E-mail: richter@fjfi.cvut.cz