

Oponentský posudek disertační práce

Autor disertace: Mgr. Oto Brzobohatý
Název práce: Počítačové modelování plazmatu
Monte Carlo, Particle in Cell, difúzní rovnice

Oponent: Prof. RNDr. Milan Tichý, DrSc.

Doktorská disertační práce Mgr. Oto Brzobohatého se zabývá počítačovým modelováním nízkoteplotního nízkotlakého plazmatu. Ve větší části práce je počítačová simulace založena na principu částicového modelování metodou „Particle in Cell“ a Monte Carlo, v kapitole 7 je pro model dohasínajícího plazmatu použito spojitě modelování pomocí numerického řešení difúzní rovnice. I když se jedná o práci teoretického charakteru, je úzce spjatá s praktickými problémy vyskytujícími se v plazmatických technologiích (role sekundárních elektronů na elektrodách, jev „zrcadlení“ pozorovaný při plazmachemických procesech). Pomocí vyvinutých modelů jsou však řešeny i zajímavé problémy základního výzkumu týkající se například vlivu Ramsauerova minima na charakteristiky plazmatu. Spojitý model je aplikován na reálnou situaci experimentu s proudícím dohasínajícím plazmatem popsáno v literatuře.

Disertační práce obsahuje 8 číslovaných kapitol a motivační úvodní část, kde je jednak rozveden abstrakt práce, jednak jsou čtenáři přiblíženy v práci použité metody a do jisté míry i cíle práce. Úvod obsahuje obecný popis dvou v disertaci použitých modelů - částicového a tekutinového. Další dvě kapitoly jsou věnovány popisu metod PIC a Monte Carlo ve vztahu k problematice řešené v práci. Čtvrtá až šestá kapitola aplikuje po řadě vyvinutý částicový model na tzv. zrcadlový jev, na odhad vlivu Ramsauerova minima na charakteristiky plazmatu a na vysokofrekvenční výboj v neonu. Sedmá kapitola popisuje použitý tekutinový model a aplikuje jej na situaci dohasínajícího výboje obsahujícího záporné ionty. Závěr v osmé kapitole shrnuje výsledky disertace. Práce obsahuje rovněž dva dodatky, které čtenáře seznamují s odvozením Maxwelllova rozdělení a se vstupními soubory pro program MAPLE použitými v tekutinovém modelu. Celkem práce obsahuje 124 strany a text je dokumentován řadou obrázků. Seznam literatury má 45 položek, z nichž nejstarší je z roku 1959 a nejmladší z roku 2007.

Práce je psána v českém jazyce a má dobrou grafickou úroveň. Autor má v oblibě poznámky pod čarou, i když tyto podle mého soudu spíše odvádějí čtenáře od sledování textu a většinu vysvětlení tam uvedených by bylo možné uvést přímo do textu. Cíle disertace nejsou v písemné zprávě odděleně specifikovány, ale čtenáři je po přečtení textu jasné, že cílem práce byl vývoj a odladění počítačových modelů a jejich aplikace na uvedenou praktickou i základní problematiku. Práce přináší v tomto ohledu množství velmi zajímavých výsledků. Tyto výsledky jsou rovněž sumarizovány v závěru práce.

Disertační práce je pro čtenáře příjemná, neboť vždy před aplikací daného modelu jsou velmi podrobně vysvětleny použité metody. Důsledné fyzikální vysvětlení provází i aplikace modelu na studované jevy, takže čtenář většinou snadno sleduje logický postup autora. Aplikaci modelu na řadu jevů je nutné ocenit, protože jednak demonstrují funkčnost modelu, jednak vysvětlují experimentálně nalezené skutečnosti. Ocenil jsem zejména podrobné vysvětlení vzniku „dvouteplotní“ rozdělovací funkce ve vysokofrekvenčním výboji v argonu za nízkých tlaků, kde je dopodrobna kvalitativně vysvětlena funkce Ramsauerova minima ve formování rozdělovací funkce. Navíc, je zde na výsledcích modelu ukázáno, že existence Ramsauerova minima není nutnou podmínkou pro vznik rozdělovací funkce tohoto tvaru.

Lze konstatovat, že i bez začlenění kapitoly 7, která pojednává o tekutinovém modelu dohasínajícího plazmatu, by disertační práce Mgr. Brzobohatého byla obhajitelná. Čtenář se tak na začátku této kapitoly dohaduje, proč autor přešel z úspěšného PIC-MCC modelu na tekutinový, a proč si zvolil jako experimentální systém právě aparaturu FALP a v ní studium relativně komplikovaných reakcí záchytu a uvolnění elektronu na reaktantu C_6F_5X ($X=Cl, I, Br$). Zde by bylo vhodné na začátku 7. kapitoly (nebo v motivační úvodní části) věnovat několik vět uvedení čtenáře do této nové problematiky. Prosim proto disertanta, aby během prezentace při obhajobě věnoval několik slov své motivaci ke studiu konkrétně této problematiky.

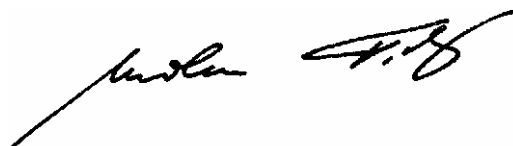
Disertační práce má široký záběr a autor se v ní musel seznámit s řadou výpočetních i experimentálních metod a nastudovat množství specializované literatury. Z tohoto hlediska je možné práci autora ocenit. Ocenit je třeba rovněž autorovu schopnost výkladu problematiky a jsem si jist, že se proto jeho práce stane cenným zdrojem informací pro jeho následovníky.

Po formální stránce je práce provedena s dostatečnou péčí. Překlepů jsem v práci našel jen několik (například v titulu práce chybí čárka nad „a“). Autor se nevyhnul některým nestandardním formulacím, například „zderivování“ na straně 11, „podělená“ na straně 54, atd. Tyto formální nedostatky nijak nesnižují kvalitu práce.

K práci mám jediný dotaz (k modelům dohasínajícího plazmatu):

Je zřejmé, že pokud výsledek modelu závisí na řadě číselných parametrů, je možné jejich změnou dosáhnout lepší shody modelu s experimentem. Změna parametrů modelu by ale měla být podložena fyzikálním důvodem. Prosim proto uchazeče, aby vysvětlil při obhajobě nebo v následné diskusi úvahu uvedenou na straně 95 - poslední odstavec - a začínající větou „Poněvadž vypočtený časový průběh koncentrace nabitých částic pro zvolené hodnoty pohyblivosti neodpovídal naměřeným hodnotám [40], bylo nutné je upravit. ...“

Disertaci Mgr. Oto Brzobohatého hodnotím jako kvalitní. Není pochyb o tom, že během postgraduálního studia vykonal velký kus práce a přispěl k rozvoji poznání ve studovaném vědním oboru. Publikační výstupy disertanta během postgraduálního studia odpovídají stanovenému standardu. Disertant Mgr. Oto Brzobohatý prokázal podle mého názoru schopnosti pro tvůrčí vědeckou práci. Disertační práce Mgr. Oto Brzobohatého rovněž splňuje požadavky, které jsou na ni kladené v doktorském studijním oboru „Fyzika plazmatu“. Disertaci Mgr. Oto Brzobohatého s názvem „Počítačové modelování plazmatu“ s podtitulem „Monte Carlo, Particle in Cell, difúzní rovnice“ proto doporučuji k obhajobě.



V Praze, dne 14. června 2007

Prof. RNDr. Milan Tichý, DrSc.