

Oponentský posudek Disertační práce Mgr. Martina Beránka na téma

„Laboratorní výzkum nabíjení prachových zrn“.

Vypracoval Doc. RNDr. Václav Nečas, Dr.

Práce Mgr. Martina Beránka se zabývá nabíjením prachových zrn několika různými mechanismy. Zapadá tak do problematiky, kterou studuje skupina kosmické fyziky na KFPP MFF UK. Jejich výsledky mohou pomoci pochopit některé jevy pozorované v kosmickém prostoru, nabitá prachová zrna ovlivňují i činnost některých technologických a laboratorních zařízení, například tokamaku. Znalost nabíjecích a vybíjecích mechanismů prachových zrn je proto velmi důležitá.

Práce obsahuje experimentální výsledky, které byly dosaženy pomocí lineární kvadrupólové pasti. Tuto past navrhli Mgr. Beránek ve své diplomové práci a do předložené disertační práce doplnil některé výpočty elektrického pole v reálné pasti. Tyto výpočty ukazují na odchylky proti výpočtu provedeného na základě ideálního modelu pasti.

Rukopis práce je poměrně stručný (47 stran). Součástí práce je ale 5 příložených publikací, u 4 z nich je M. Beránek uveden jako první autor, přičemž dvě z těchto prací byly uveřejněny v časopisech s impakt faktorem vyšším než 5. V příložených publikacích je možno nalézt mnohé podrobnosti k výsledkům, které nejsou uvedeny v rukopise, nelze tedy říci, že by stručnost rukopisu působila problémy při porozumění popisovaným metodám a výsledkům. Práce obsahuje kapitoly Úvod, Přehled současného stavu a Cíle práce, kde uchazeč vysvětluje, proč je důležité problematikou se zabývat, podává informace o použitých metodách, charakterizuje nabíjecí a vybíjecí procesy a vymezuje okruh problémů, kterými se v práci zabývá.

Nabíjením a vybíjením prachových zrn se zabývá kapitola 4. Kapitola obsahuje výsledky způsobené sekundární a tunelovou elektronovou emisí a tunelovou ionizací, činí závěry o vlivu velikosti a druhu prachových částic, energie dopadajících elektronů a dalších. V kapitole 5 je potom popsána použitá lineární kvadrupólová past, je analyzováno elektrické pole v pasti a je popsáno, jak byly pomocí numerického výpočtu analyzovány odchylky chování reálné pasti od ideálního modelu. Jsou uvedeny výsledky ověřovacích pozorování kmitů zrn v pasti. Je ukázáno, že odchylky frekvence kmitů jsou způsobeny hlavně nepřesnostmi tvaru hran elektrod.

Práce je psána srozumitelnou formou, obsahuje snesitelné množství překlepů či formulačních pochybení. V práci se používají současně různé termíny, které znamenají totéž (autoemise - tunelová emise - polní emise), což působí poněkud nesystematicky, ale znalého čtenáře to nezmate. Sám pojem polní emise inspiruje čtenáře spíše k představě zemědělské či vojenské tematiky (například práce či dělo, tedy něco, co je na poli nebo v poli konáno či používáno) než jevu, který je polem (zde elektrickým) vyvolán. Nezazlívám autorovi zařazení tohoto termínu, který je ve skupině kosmické fyziky často používán, nejsem si však jist, že se jedná o správné obohacení českého jazyka.

Z předložené práce je zřejmé, že Mgr. Martin Beránek dokáže získat kvalitní výsledky a dostatečně je podepřít teoretickými výpočty. Navrhuji proto, aby po úspěšné obhajobě a zodpovězení položených dotazů byla uznána jako disertační a Mgr. Beránkovi byl udělen titul Ph.D.

Mé dotazy:

- 1) Na straně 21 i jinde se mluví o prahové hodnotě potenciálu či intenzity pro tunelovou emisí. Fowler-Nordheimova teorie ovšem vede k exponenciální závislosti emisního

proudu na intenzitě elektrického pole a nedá se tedy mluvit o nějakém prahu. V textu se dále používá v souvislosti s prahovými hodnotami pojem „referenční proud“ - přibližně $0,2 \mu\text{A}/\text{m}^2$. Jsou důvody pro tuto hodnotu pouze experimentální (měřitelnost, ne velké změny intenzity pole vyvolají velkou změnu autoemisního proudu) nebo i jiné?

- 2) Na straně 17 autor uvádí, že „hladký kulový skelný uhlík potřebuje pro dosažení stejného potenciálu dle očekávání vyšší energie“. Prosím o rozbor, v jakém poměru se uplatní vybíjecí a nabíjecí proud na malých tvarových nepravidelnostech zrn měsíčního a marsovského simulantu na jedné straně a na pravidelných kulových částicích skelného uhlíku na straně druhé.
- 3) Obrázky 4.6 a 4.7 v kapitole 4.3 ukazují fluktuaace vybíjecího proudu částice. V posledním odstavci této kapitoly píše autor o změně výstupní práce a „nižším geometrickém zesílení pole“ - zřejmě o vlivu lokálního zakřivení povrchu na intenzitu elektrického pole daném místě. Tyto vlivy snižují vybíjecí proud. Mohl by autor porovnat význam obou jevů a vysvětlit, jak dojde k následnému zvýšení vybíjecího proudu (viz obrázky 4.6 a 4.7)?

Praha. 13. 10. 2015

Doc. RNDr. Václav Nehasil, Dr.