

Návrh studentského fakultního grantu
(podle §6 Stipendijního řádu Matematicko-fyzikální fakulty UK)

Název projektu: Návrh a ověření systému pro výzkum levitace prachových zrn ve fotoelektrické vrstvě

Řešitelská skupina: **Jakub Vaverka, Marek Vyšinka, 2. ročník**

Vedoucí projektu: **Prof. RNDr. Zdeněk Němeček, DrSc.**

Charakter projektu: **experimentální práce**

Termín ukončení projektu: **30. září 2005**

Popis projektu:

Současný stav řešení příslušné problematiky

Kosmické sondy Surveyor 5 – 7 objevily efekt nazvaný světélkování horizontu (*horizon glow*) – tenkou linii světla nad západním horizontem Měsíce těsně po lokálním západu Slunce [1]. Tento efekt byl přisouzen rozptylu světla na malých ($\sim 10 \mu\text{m}$) prachových zrnech levitujících nad povrchem Měsíce ve výškách 10-30 cm. Podle [2-3] jsou prachová zrna uvolňována z povrchu vlivem silného elektrického pole, které se vytváří na hranici světla a stínu. Prachová zrna nad povrchem získávají negativní náboj ve vrstvě fotoelektronů generovaných slunečním UV zářením a výsledné elektrické pole dosahuje hodnot ($\sim 1 \text{ kV/m}$) dostatečných ke kompenzaci gravitace Měsíce. Pokus o experimentální ověření tohoto mechanismu v laboratoři provedli *Sickafoose et al.* [4,5]. V experimentu využívajícím Hg-Xe UV lampu s výkonem 1 kW ozařoval Zr podložku o $\varnothing 10 \text{ cm}$. Autoři experimentu si vybrali zirkonovou podložku, protože tento materiál má relativně malou výstupní práci (4.05 eV) a vysokou fotoelektrickou účinnost. Přestože dosáhli celkového fotoproudu $\sim 20 \mu\text{A}$ a elektronové hustoty $\sim 10^{10} \text{ m}^{-3}$, elektrické pole ve vrstvě nepřesáhlo 100 V/m a nestačilo tedy na kompenzaci gravitace Země. Tento nezdar autoři přisoudili nedostatečné intenzitě světla v oblasti vlnových délek postačujících pro fotoefekt.

Velyhan et al., [6] prováděli měření nabíjecích charakteristik prachových zrn v iontovém svazku o energii 0.3-5 keV a ukázali, že energetické ionty mohou nabíjet prachová zrna z izolačních materiálů na potenciály dosahující $\sim 1-2 \text{ kV}$. V podmínkách ultravakua se náboj prachových zrn zmenšuje velmi pomalu (časové konstanty jsou v řádu hodin) a pod jistou prahovou hodnotou elektrického pole vybíjení zřejmě zcela ustane. Nabíjení vykazovalo efekt paměti – vybíjecí proud závisel na energii iontů, které byly použity k nabíjení. Autoři přisoudili tento efekt vytváření vrstvy náboje pod povrchem zrna v hloubce úměrné energii bombardujících iontů. *Pavlu et al.*, [7] ukázali, že tento efekt je typický pro izolátory.

V podmínkách panujících na povrchu Měsíce je osvětlená strana neustále bombardována ionty slunečního větru o energii $\sim 1 \text{ keV}$, takže je možno očekávat budování vrstvy kladného náboje pod povrchem bombardovaných prachových zrn. Tento efekt autoři prací [2-5] nevzali v úvahu.

Cílem navrhovaného experimentu je ověřit možnost levitace prachových zrn nad izolační podložkou, ozařovanou současně UV lampou a iontovým dělem, tj. v podmínkách odpovídajících podstatně lépe situaci panující na povrchu Měsíce.

Projekt předpokládá využití stávající vakuové komory vybavené iontovou a turbomolekulární vývěvou, k dispozici jsou elektronové a iontové dělo pro simulaci slunečního větru. Aparaturu

je třeba dovybavit zdrojem UV záření a optickým zařízením pro sledování chování prachových zrn a sondou pro měření elektrických polí.

Cíl projektu

Z předchozího přehledu a ideového nástinu experimentu vyplývají následující cíle:

- prostudovat příslušnou literaturu a tak se seznámit podrobně s problematikou
- navrhnout uspořádání experimentu
- navrhnout systém pro dávkování prachu
- navrhnout systém s pohyblivou sondou pro měření profilu vrstvy prostorového náboje
- podílet se na realizaci experimentálního zařízení
- provést ověřovací měření

Časový harmonogram

V souladu s konkrétními cíli, můžeme navrhnout tento časový harmonogram:

*** do 28. 2. 2005**

- studium literatury
- teoretický návrh experimentu
- kontrola výroby mechanických částí
- montáž systému

*** do 30. 6. 2005**

- příprava optického systému
- ověřovací měření jednotlivých částí

*** do 30. 9. 2005**

- vyhodnocení jednotlivých měření, úpravy experimentu
- předběžná měření a doporučení pro další směr výzkumu

Výsledek projektu

Řešení projektu přispěje k objasnění problematiky nabíjení prachových zrn v podmínkách odpovídajících meziplanetárnímu prostoru. Vzhledem k tomu, že předpokládáme použití stávajícího zdroje iontů s maximálním proudem $\sim 10 \mu\text{A}$, je pravděpodobné, že generovaná pole nebudou stačit k levitaci prachových zrn, ale experiment může prokázat, zda je efekt iontového bombardu podstatný. Experiment však může také ukázat, jestli je řešením použití synchrotronního záření.

Literatura

- [1] J.J. Rennilson and D.R. Criswell, *The Moon*, **10**, 121, 1973.
- [2] B.R. De and D.R. Criswell, *J. Geophys. Res.*, **82**, 999, 1977.
- [3] D.R. Criswell and B.R. De, *J. Geophys. Res.*, **82**, 1005, 1977.
- [4] A.A. Sickafoose, J.E. Colwell, M. Horanyi, S. Robertson, *Phys. Rvr. Lett.*, **84**, 6034, 2000.
- [5] A.A. Sickafoose, J.E. Colwell, M. Horanyi, S. Robertson, *J. Geophys. Res.*, **107**, 1408, 2002.
- [6] A. Velyhan, et al., *Vacuum*, in print, 2004.
- [7] J. Pavlu, et al., *Vacuum*, in print, 2004.