

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího                       posudek oponenta  
 bakalářské práce                       diplomové práce

Autor/ka: Bc. Pavel Košťál

Název práce: Metoda iontového zobrazování ve fotodisociačních experimentech v molekulových paprscích

Studijní program a obor: Fyzika, Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí.

Rok odevzdání: 2015

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: RNDr. Štěpán Roučka Ph.D.

Pracoviště: Katedra fyziky povrchů a plazmatu, MFF UK

Kontaktní e-mail: stepan.roucka@mff.cuni.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 vedoucího/oponenta:

Předkládaná práce se zabývá především analýzou dat získaných technikou Velocity Map Imaging (VMI). Práce má několik dílčích výsledků:

1) Srovnání různých metod rekonstrukce rychlostního rozdělení z naměřených dat (kapitola 3) Výsledky této sekce jsou potenciálně užitečné pro budoucí práci na VMI experimentu. Jejich hodnotu ovšem poněkud snižuje konstatování autora v závěru kapitoly, že nesrovnalosti mezi metodami jsou způsobeny „špatným ovládním vyhodnocovacích programů“. Není jasné, zda se tento problém týká pouze jedné ze tří srovnávaných metod (BASEX) nebo všech.

2) Tvorba programového vybavení pro sběr dat z experimentu VMI (sekce 4.1 a 4.2) Tato část zřejmě tvoří těžiště předkládané práce a jejím výsledkem je software, který jednak získává obrazová data z kamer a aplikuje na ně základní metody zpracování obrazu a jednak konvertuje mezi různými formáty datových souborů, což umožňuje vzájemnou komunikaci mezi různými programy pro sběr, rekonstrukci a zobrazování dat. Vytvořené programy jsou jistě přínosné pro laboratoř uchazeče. Funkcionalita programů je v práci detailně popsána a vytknul bych pouze absenci zdrojových kódů v příloze práce, což znemožňuje kontrolu a komplikuje případné další využití těchto programů na jiných pracovištích.

3) Numerická simulace pohybu iontů v aparatuře (sekce 4.3) Zde je prezentován kód, který integruje pohybové rovnice iontů v elektrickém poli aparatury VMI. Model je využit k simulaci fokusace iontů na detektor. Výsledky jsou však prezentovány pouze velmi stručně na obrázcích, kterým chybí měřítko nebo indikace velikosti detektoru. Kvalitu fokusace tak není možné posoudit.

4) Výpočet vlivu geometrických vad aparatury na naměřený obraz (sekce 4.4) Tato sekce popisuje matematický model projekce rychlostního rozdělení na obrazový detektor. Popis modelu bohužel obsahuje celou řadu zásadních chyb. Otázku, kolik z těchto chyb je přítomno ve výsledném programu, nelze zodpovědět vzhledem k absenci zdrojového kódu. Navzdory chybám v odvození však tato sekce dochází ke správným výsledným formulím a je tedy možné, že chyby vznikly pouze při přepisování do práce.

Některé chyby v sekci 4.4 považuji za závažné. Pokud by tato sekce byla stěžejním výsledkem práce, nemohl bych ji doporučit k obhajobě. Stěžejním výsledkem však jsou zřejmě programy pro práci s experimentálními daty a o jejich kvalitě nemám důvod pochybovat. Lze tedy shrnout, že práce různými způsoby řeší všechny body zadání a mohu ji doporučit k obhajobě. Zároveň však musím upozornit, že práce obsahuje četné faktické nepřesnosti a má řadu formálních i metodických nedostatků. Dále uvádím vybrané nesrovnalosti, na které jsem při čtení práce narazil:

titulní strana: Je uveden název práce „Metoda iontového zobrazování v experimentech s klastry v molekulových paprscích“. V zadání je přítomn název práce „Metoda iontového zobrazování ve fotodisociačních experimentech v molekulových paprscích“, což dle mého názoru lépe vystihuje podstatu práce.

str 5: podmínka pro tlaky má být  $p_b/p_0 < 1/2$  místo  $p_b/p_0 < 2$

str 5, rovnice (1.5):  $v_{\text{prav}}$  je použito dvakrát, zřejmě pokaždé v jiném významu

str 10: VMI je popsán snad až příliš stručně

str 13, sekce 2.1.1: Není uveden směr polarizace laseru, čtenář si ho musí domýšlet.

str 16, rovnice (2.18): Chybí index u  $\zeta$ .

- str 17, rovnice (2.21): pokud transformační vztahy popisují přechod z válcových do sférických souřadnic, tak by mělo být  $v=\sqrt{(r^2+z^2)}$  namísto  $v=r$ .
- str 18, obrázek 2.2: V textu jsou odkazy na barevnou škálu ZHUE, která ovšem není nikde popsána.
- str 19: rovnice (2.27) neplatí rozměrově – na jedné straně rovnosti je joule a na druhé joule\*metr.
- str 21: Jsou skutečně rychlosti  $v_1$  a  $v_2$  známy na 7 platných míst?
- str 26: Obrázky 3.7 a 3.8 jsou zřejmě přehozené. V příslušném textu na str. 25 jsou oba obrázky popsány jako rozdělení rychlejších fragmentů. V textu je diskutována „přesnost“ rozdělení, aniž by bylo uvedeno měřítko přesnosti.
- str 27: Vnitřní kroužek popisovaný na obr. 3.10 není vidět. Bylo by asi dobré obrázek normalizovat nebo jinak zvýraznit.
- str 26, 27: Experimentálně zjištěné speed ratio,  $\tau_{Hbr}$ ,  $v_H$  jsou udané na 4 až 5 platných míst. Chybí odhad chyby, ale předpokládám, že přesnost nebude tak vysoká.
- str 30: Je uvedeno: „pro zrychlení běhu programu jsou matice reprezentovány vektorem“ To je ve většině programovacích jazyků splněno automaticky.
- str 37: Reference na obrázky 4.13, 4.14 a 4.15 v textu jsou přeházené. Obrázkům chybí měřítko, takže nelze posoudit výsledek.
- sekce 4.4: Stejný úhel je v textu někdy označován jako gama a někdy jako psi. Viz např. Obrázek 4.16 a jeho popis.
- str 39: U dvou prvků v matici rotace (4.20) jsou špatně znamínka.
- str 40: Matice složené rotace (4.21) je nesprávně – uvedená matice je identická s maticí (4.20). Matice přechodu zpět (4.22) taktéž není správně. Rozpis dopředné a zpětné transformace po složkách (rovnice 4.25 – 4.30) je nesprávný pro všechny složky s výjimkou Z složky dopředné transformace (4.27). Je otázkou, proč pouze složka Z, která je jako jediná potřeba v dalším výpočtu, vyšla správně. Uvedený výsledek nelze získat z matice (4.21). Finální výraz (4.38) je potom dle mých výpočtů správně.
- str 41: Rovnice (4.40) má na levé straně vektor, na pravé straně skalár. Rovnice (4.44) zřejmě neplatí ve vektorovém smyslu, ovšem dávala by smysl, pokud by plošné elementy byly skaláry. Matice dopředné a zpětné rotace (4.47) a (4.48) jsou opět nesprávně.
- str 42: Ve složkách (rovnice 4.50 – 4.52) je opět správně pouze Z komponenta. Transformovaný vektor  $n$  bude mít nenulové všechny 3 komponenty, nikoliv pouze  $y$ , jak je uvedeno v (4.53). Potom je ovšem potřeba vypočítat průmět plošného elementu detektoru do roviny kolmé na elektrické pole. To má směr  $y$  a tento průmět tedy bude roven  $dS y^{**}$ . Dalším průmětem tohoto elementu na povrch koule potom dostaneme výraz ve vztahu (4.54), ovšem skalárně. Opět je zde otázka, jak byl z nesprávného výrazu (4.53) získán správný výsledek (4.54). Prostou aplikací vztahu (4.40) (která není oprávněná) takový výsledek nevyjde.
- str 43: Na obrázcích je uvedena řada simulovaných obrazů pro různé poruchy geometrie. Výsledky však nejsou vůbec diskutovány. Rozbor toho, zda pozorované efekty jsou v souladu s očekáváním by přitom mohl poskytnout alespoň základní kontrolu správnosti kódu, která v práci zatím chybí.
- str 47: Reference nemají konzistentní formát – je použito několik různých permutací údajů svazek, rok, strana.. Stejný časopis je označován různými zkratkami nebo celým názvem, u některých časopiseckých referencí chybí číslo strany.
- str 64: Matice rotace okolo obecné osy obsahuje chyby ve znamínečcích.

### **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

str 16 dole: Není mi jasný redukovaný počet bázových funkcí, protože není definováno  $K_x$  a  $K_z$ . Není počet 1D bázových funkcí roven součtu počtů  $\rho$  a  $\zeta$ ?

Myslíte, že programy kokos a gule by mohly být užitečné i pro jiná pracoviště? Pokud ano, neuvažujete také o zveřejnění zdrojových kódů?

str 24, obrázek 3.5: Čím je způsobena asymetrie úhlového rozdělení? (nadbytek iontů v  $\beta=0$ )

Jak je to se směrem polarizace laseru v sekci 4.4? Je totožný se osou  $Z$ ?

Prosím o vyjádření k výše uvedeným nesrovnalostem v sekci 4.4. Jsou tyto chyby pouze v textu práce, nebo mají vliv i na fungování programu?

Při náklonu detektoru bych očekával, že sférické rozdělení bude na detektor dopadat šikmo a obraz bude tím pádem roztažený. Proč takový efekt není patrný v obrázcích 4.24, 4.25 a 4.26?

### **Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

### **Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: