

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor/ka: Petr Bartoň  
Název práce: Návrh ultrazvukové pasti  
Studijní program a obor: Fyzika, obecná fyzika  
Rok odevzdání: 2015

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Marek Vyšinka  
Pracoviště: Katedra fyziky povrchů a plazmatu  
Kontaktní e-mail: Marek.Vysinka@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:

Předložená práce se zabývá návrhem aparatury pro měření profilu světla rozptýleného prachovými zrny nepravidelných tvarů. Znalost tohoto profilu je potřebná pro aktuálně řešenou problematiku ve skupině zabývající se studiem nabíjecích procesů prachových zrn na Katedře fyziky povrchů a plazmatu.

V první části práce autor stručně shrnuje současné znalosti o teorii rozptylu světla, která je ale pro částice nepravidelných tvarů značně komplikovaná a je lepší výpočty nahradit měřením. Metody měření jsou následně popsány, nicméně bohužel mezi nimi chybí ta, na které je předložená práce založena (tj. přímé měření profilu světla rozptýleného na jedné zachycené částici). Následně se již autor dostává k akustické levitaci jako základu navrhované aparatury. Zde bych upozornil na straně 8 na poněkud nešťastnou citaci článku Ochiai a kol. [2014], kterému v seznamu literatury odpovídají články dva a bylo by tak vhodné je rozlišit např. jako Ochiai a kol. [2014a] a Ochiai a kol. [2014b].

Následující část již popisuje přímo návrh akustického levitátoru včetně metod používaných pro výpočet pole a vhodných rozměrů jednotlivých částí levitátoru. Zde by bylo vhodnější lépe popsat jak požadavky kladené na levitátor souvisí s použitými parametry (elastické konstanty  $a$  a  $b$ ). V tabulce 3.1 jsou shrnuty některé vybrané konfigurace levitátoru. Větší pozornost by zasloužil rozbor výhod vybrané konfigurace oproti ostatním, což je předmětem jedné z navržených otázek. Obrázky 3.6 a 3.8 by měly být pro navrženou konfiguraci levitátoru pro pozdější použití předložené práce. Obrázek 3.6 je pro jinou konfiguraci a u obrázku 3.9 není konfigurace uvedena (navíc je zde překlep u výhyčky ve spodní části sonotrody). U popisu optické části bych očekával i návrh rozměrů (vzdálenost částice–fotodiody, případně rozměr fotodiody) a jejich vliv na úhlové rozlišení (zmíněno jen stručně na straně 10 při rozboru vlivu oscilací částice).

Musím ocenit seznam použitých zkratk, jenž se nachází na straně 26. Jen je škoda, že autor podobným způsobem nevytvoril i seznam použitých symbolů, neboť mnoho rovnic je v předložené práci popsáno nedostatečně a autor tak nechává čtenáře tápat, co jednotlivé symboly znamenají. Jako příklad lze uvést rovnici (2.9), která popisuje závislost rychlosti na tlaku, ale vůbec není zřejmé o rychlost čeho se jedná. Navíc se zde vyskytují symboly  $j$  a  $\alpha$ , které je nutné si zcela domyslet. V citovaném článku Andrade a kol. [2011] se jako  $j$  označuje imaginární jednotka, ale v rovnicích převzatých z tohoto článku (rovnice 3.3 – 3.7) se v předložené práci používá symbol  $i$ . Rovnice 2.7 zcela nepokrytě označuje jednu proměnnou jako  $x$  bez dalšího vysvětlení. Autor sice uvádí, že používá stejné značení jako van de Hulst [1957], ale u přejatých rovnic by toto značení mělo být vysvětleno. Seznam použitých symbolů by pomohl odhalit i další problém, kterým je nekonzistentní značení. V rovnici 2.6 se poloměr koule označuje  $a$ . Na obrázku 2.1 nalezneme průměr koule  $d$  a v rovnici 2.8 zcela inovativně průměr koule  $r$  (i když správně se jedná o poloměr). V rovnici 3.10 se jako  $a$  označuje elastická konstanta. V rovnici 2.6 vystupuje proměnná  $\alpha$  jako polarizovatelnost, aby se v zápětí v rovnici 2.13 vyskytl stejný symbol v roli koeficientu útlumu. Používání více symbolů pro stejnou veličinu i jednoho symbolu pro více veličin je pro čtenáře natě matoucí.

Návrh nové aparatury je pro bakalářské studium značně ambiciózní úkol, kterého se autor předložené práce zhostil se ctí. Bohužel je škoda, že nevěnoval větší péči popisu svých výsledků, jenž mohl přece jen být na trochu vyšší úrovni. Přes uvedené výhrady, směřované hlavně k písemné části, doporučuji práci uznat jako bakalářskou.

## Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1) Pro měření profilu rozptýleného světla by rotace zrna představovala značnou komplikaci, zejména v případě zrn obecného tvaru. Jak autor poznamenává na úvod kapitoly 3.1, levitátor by měl zrno stabilizovat a zabránit jeho rotaci. Jakým způsobem toho levitátor v navržené konfiguraci docílí? Nebylo by možné naopak rotace zrna využít a měřit profil při konstantní poloze goniometru?

2) V tabulce 3.1 uvádí autor vypočtené optimální konfigurace levitátoru včetně elastických konstant  $a$  a  $b$ , přičemž o dva odstavce výše uvádí, že tyto konstanty je nutné maximalizovat a „ideálně jejich poměr dostat na 1:1“. Jaká je souvislost tohoto kritéria s podmínkami stanovenými na začátku kapitoly 3.1 (tj. stabilita zrna, zabránění rotace a udržení zrna s hustotou  $1000 - 3000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )? Proč byla pro realizaci vybrána naopak konfigurace s nejmenšími elastickými konstantami  $a$  a  $b$ ? Jak se změní rozložení akustického potenciálu (obrázek 3.6) pro realizovanou variantu levitátoru (tj. třetí řádek tabulky 3.1) oproti variantě v obrázku 3.6 zobrazené (tj. druhý řádek tabulky 3.1)?

3) Na straně 9 autor uvádí, že zvuk o frekvenci 1 MHz se na poloviční intenzitu utlumí na dráze necelé 3 m a proto je vhodnější ultrazvuk o frekvenci 10 – 50 kHz. Ale rozměry navrženého levitátoru jsou 1,5 cm a tedy by se útlum na této dráze nemusel tolik projevit ani pro vyšší frekvence. Nebyly by vyšší frekvence vhodnější pro udržení předpokládaných prachových zrn o rozměru řádově  $1 \mu\text{m}$ ?

**Práci** doporučuji nedoporučujiuznat jako ~~diplomovou~~/bakalářskou.**Navrhuji hodnocení stupněm:** výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/aMísto, datum a podpis ~~vedoucího~~/oponenta:

V Praze dne 8.6.2015