

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Radek Vavříčka

Název práce: Aplikace metody hraničních prvků při výpočtu elektrického pole radiofrekvenční iontové pasti

Studijní program a obor: Obecná fyzika

Rok odevzdání: 2018

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Jakub Hromádka

Pracoviště: KFPP MFF UK

Kontaktní e-mail: hromadka.jakub@seznam.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 srovnává 2 různé numerické metody výpočtu elektrického pole v omezené oblasti $\Omega \subset \mathbb{R}^3$, konkrétně metodu hraničních a metodu konečných prvků. Aplikace vytvořených modelů směřuje do oblasti výpočtu elektrického pole radiofrekvenčních iontových pastí užívaných na KFPP MFF UK.

Autor během tvorby práce zvládnul nastudovat použití knihoven Bempp a FEniCS, které výše uvedené metody implementují. Výpočetní sítě byly vytvářeny v programu Gmsh.

Po velice stručném úvodu k metodě BEM a teoretickém úvodu k iontovým pastem srovnává autor obě zmíněné metody v kapitole 3 na ilustračním příkladu výpočtu potenciálu elektrického multipólu, pro který je známo analytické řešení. Zde by bylo vhodné několik menších rozšíření/doplnění: např. rozvést jak je definována jemnost výpočetní sítě pro jednotlivé metody (v textu je pouze nejasná formulace, že se jedná o "posloupnost délek diskretizačního elementu", která je v grafech dále reprezentována celým číslem; v kapitole 3.3 je uvedeno, že "...jemnost diskretizace zavádíme pro BEM a FEM různě..." - jak?), doplnit referenci na knihovnu FEniCS, doplnit do textu zmínku o použitém typu a řádu konečného prvku při užití FEM, pro jak jemnou síť jsou vyneseny výsledky na obrázcích 3.1, 3.2, 3.7, 3.8 (užitečné by také bylo tyto obrázky vynést jako 2D grafy řezů např. rovinou $y=0$ a v nich je srovnat s analytickým řešením). Autor na konci kapitoly správně konstatuje, že pro dané výpočetní uspořádání dosahuje vyšší přesnosti s BEM. Pro další zobecnění závěru by byla zřejmě nutná rozsáhlejší parametrická studie.

Autor dále pokračuje v kapitole 4 popisem tvorby výpočetní sítě pro geometrii iontové pasti, zde by bylo vhodné doplnit parametry vygenerované sítě - počet elementů na hranici výpočetní oblasti, v jejím objemu, dále např. jejich průměrné rozměry.

Kapitola 5 se věnuje výpočtu elektrického pole iontové pasti pomocí obou metod. Na str. 31 je ve slovním popisu okrajových podmínek zřejmě chyba, konkrétně napětí na "endcapech" by mělo být spíše -1 V? (Aktuálně nekonzistentní s obrázkem 5.1. ...) Srovnání BEM a FEM v této kapitole by bylo vhodné rozvést (viz níže), aktuálně komentováno větou "Pouhým okem pozorujeme...". Je si autor jistý, že srovnává opravdu 2 ekvivalentní výpočty (FEM vs BEM)? V kapitole 6, kde autor zkoumá pohyb iontu ve vypočítaném elektrickém poli by bylo vhodné doplnit zvolený časový krok simulace.

Předložená práce prezentuje zajímavou a cennou studii srovnání 2 výpočetních metod při výpočtu elektrického pole konkrétní iontové pasti. Dle mého názoru práce zcela jistě svým rozsahem i kvalitou splňuje požadavky kladené na bakalářskou práci. Na kvalitě ji ubírají někdy až příliš stručná vyjádření (např. v teoretickém úvodu rozšířit pasáž o rozdílech mezi FEM a BEM, když se právě tomuto tématu práce věnuje, vyhledat si i jiné zdroje než jediný, ze kterého autor vychází...; rozšířit závěr o diskuzi dosažených výsledků v práci). Do textu jsou na mnoha místech vloženy části kódu vytvořených modelů - práci to mírně znepřehledňuje, jelikož jsou tyto části kopírovány z širšího celku a někdy jsou uvedeny bez bližšího komentáře.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Mohl by autor interpretovat obrázky 3.2 a 3.8, tedy povahu rozložení výpočetní chyby v dané oblasti pro obě srovnávané metody? V čem a proč se liší?

Mohl by autor doplnit informace o rychlosti výpočtu a paměťové náročnosti obou srovnávaných metod při výpočtu elektrického pole zadané iontové pasti (tedy pro výpočet v kapitole 5)? Takové podrobné srovnání metod bylo provedeno v kapitole 3 pro výpočet potenciálu elektrického multipólu na jednotkové kouli. Často se uvádí, že BEM je efektivní co se týče výpočetních zdrojů pro geometrie s malým poměrem povrch/objem (což může být právě případ jednotkové koule studované v kapitole 3), pro vyšší tento poměr (což by mohl být případ iontové pasti vyšetřované v oblasti tvaru krychle) již může být tato efektivita v porovnání s jinými metodami nižší... Pozoroval jste tento trend?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: