

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> posudek vedoucího | <input type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input checked="" type="checkbox"/> bakalářské práce | <input type="checkbox"/> diplomové práce |

Autor: **Richard Ivánek**

Název práce: **Chování řešení vlnové rovnice při použití kompakťifikovaných hyperboloidálních nadploch**

Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika

Rok odevzdání: **2020**

Jméno a tituly vedoucího: Mgr. Tomáš Ledvinka Ph.D.

Pracoviště: Ústav teoretické fyziky MFF UK

Kontaktní e-mail: tomas.ledvinka@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:

Interpretace dat z detektorů gravitačních vln vyžaduje mimo jiné umět co nejpřesněji simulovat srážky černých děr. Jejich existence je umožněna nelinearitou Einsteinovy teorie a proces, kdy splynutím dvou černých děr vzniká jedna větší, představuje složitou soustavu nelineárních polních rovnic. Přes ohromné pokroky analytických poruchových metod je takové rovnice (např. za účelem kalibrace dalších metod) nutné řešit numericky a zrychlení takového výpočtu přeskočením řešení rovnic ve velmi vzdálených oblastech představuje kvůli nelinearitě problému snížení přesnosti výpočtu. Již po několik desetiletí se zatím neúspěšně lidé pokoušejí zahrnout do tohoto výpočtu (tedy do konečného objemu paměti počítače) celý nekonečný prostor, což by v principu umožnilo dosáhnout při výpočtech vyšší přesnosti. Cílem bakalářské práce bylo vyzkoušet toto zahrnutí celého prostoru při numerickém řešení mnohem jednoduššího problému – vlnové rovnice.

Bakalářské práce začíná shrnutím základů a důležitých pojmů speciální a obecné teorie relativity. Druhá kapitola se věnuje skalární vlnové rovnici, vybraným jejím matematickým řešením a nelineární verzi vlnové rovnice. Dále se zde vysvětluje princip numerického řešení vlnové rovnice metodou přímek. Ta rozdělí řešení na posloupnost časových kroků, který každý potřebuje reprezentovat prostorové závislosti hledaného řešení. V souvislosti s tím a jako upoutávku na další části práce ilustruje závěr druhé kapitoly potíže jaké může nevhodné zahrnutí celého prostoru (souřadnicová kompatifikace) přinést a že existuje schůdné řešení. V třetí kapitole je vysvětlena matematická konstrukce, tzv. (Carterova-Penroseova) konformní kompaktifikace, která umožňuje zmenšit nekonečné prostoročasy do konečné oblasti a zachovat přitom kauzální strukturu. V dalším výkladu se ale práce vrací ke klasickému Minkovského prostoročasu a zavádí v něm hyperboloidální nadplochy současnosti. Zde začínají původní výsledky, především se zkoumá, jak se při takovémto způsobu definování současnosti šíří světelný signál a výsledky se ilustrují na mnoha grafech. Jako cvičení se hledá způsob souřadnicové kompaktifikace hyperboloidální nadplochy, který by garantoval konstantní rychlost odcházejícího radiálního světelného signálu. V poslední kapitole se zkoumá vliv způsobu kompaktifikace na kvalitu reprezentace dat v daném momentu současnosti simulace a ukazuje se, že přímočará implementace metody přímek na hyperboloidální nadploše dává konvergentní výsledky.

Myslím, že práce svým rozsahem a výsledky odpovídá požadavkům na bakalářskou práci. Je potřeba ocenit, že vypracování práce vyžadovalo pochopit základy několika disciplín, vytknout lze pak příliš krátkou diskuzi výsledků získaných na konci páté kapitoly.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Jak se odlišuje v práci použitý postup od získání rovnice (5.7) za použití metriky (4.2) transformované do kompaktifikované radiální souřadnice c ?

Práci

- doporučuji
 nedoporučuji
uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího: V Praze, 28. 8. 2020