

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Jan Vendelín Tajčovský
Název práce: Geometrické vlastnosti cirkulárních prostoročasu
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)
Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly oponenta: Mgr. Petr Kotlařík, Ph.D.
Pracoviště: Ústav teoretické fyziky, MFF UK
Kontaktní e-mail: kotlarik.petr@gmail.com

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 opané

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 oponenta:

Předložená bakalářská práce se zabývá 2+1+1 rozkladem cirkulárních prostoročasů, nalezením minimálních dvoudimenzionálních podvariet a možnou konstrukcí adaptovaných souřadnic. Potenciální výhodou takto zkonstruovaných souřadnic je zjednodušení a zefektivnění typicky dlouhých výpočtů invariantů charakterizujících geometrii prostoročasu.

První dvě kapitoly jsou věnovány detailnímu úvodu do geometrie podvariet, zavedení 3+1 a následně 2+1+1 rozkladu a úvodu do cirkulárních prostoročasů, včetně několika příkladů přesných řešení. Ač obě úvodní kapitoly shrnují již známé poznatky, obsahují též (možná až lehce nadbytečně) podrobná odvození většiny vzorců. Z textu je však zřejmé, že student prokázal pochopení tématu a schopnost zreprodukovat výsledky vlastním postupem. Nabyté znalosti následně zdatně aplikuje v druhé polovině práce.

Konkrétně v kapitole 3 student formuluje problém nalezení minimálních 2D podvariet a v závěrečné kapitole prezentuje své vlastní výsledky na konkrétních příkladech cirkulárních prostoročasů. Nejprve hledá plochy konstantní křivosti v případě Kerrový černé díry a ověřuje konzistenci svého numerického kódu s výsledky z literatury. Po této úvodní analýze se omezuje na statickou podtřídu cirkulárních prostoročasů, které lze popsat tzv. Weylovou metrikou. Student nejprve analyzuje problém v plochem Minkowského prostoročase a odvozuje známý fakt, že minimální 2D podvarieta je tzv. katenoid. Poté se zabývá několika netriviálními řešeními z Weylovy třídy. Ukazuje, že kromě plochého prostoročasu lze i v některých dalších konkrétních případech explicitně nalézt souřadnice adaptované na minimální 2D podvariety. Práce je zakončena obecnou diskuzí o dalších možných geometriích, ve kterých by bylo možné takto adaptované souřadnice také nalézt.

Celkový dojem z práce je velmi pozitivní. Student si osvojil rozsáhlé znalosti diferenciální geometrie, naučil se pracovat s programem Mathematica a dokonce i s velmi komplexním balíčkem xAct pro práci s tenzorovými výrazy. Vynikající formální a jazykovou úroveň narušují občasné překlepy nebo neobratná vyjádření, zvláště v závěru práce. Vzhledem k rozsahu se však jedná jen o malé množství případů. Dvě drobnosti: v poslední kapitole bych u obrázků uvítal detailnější popisky; místo pdf s kódem v příloze (který ani není zobrazen celý) by bylo vhodnější nahrát příslušný Mathematica Notebook (pokud to lze). Jsem přesvědčen o tom, že předložená práce splňuje všechny předpoklady pro uznání jako bakalářská práce, a to stupněm výborně.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Je možné hledat minimální 2D podvariety v Kerrově prostoročase i pod horizontem? Očekává se, že singularita $r = 0$ představuje minimální 2D podvarietu?
- Nebylo by pro vizualizaci vhodnější, vedle souřadnicového zobrazení, také například vnoření nalezených ploch do 3D Euklidovského prostoru?
- Existuje nějaká interpretace prostoročasu nalezeného v závěru práce ($\nu = \log \rho^2, \lambda = \log \rho^4$)?

Práci:

- doporučuji
 nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 21. srpna 2024