

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze



posudek vedoucího
 bakalářské práce

posudek oponenta
 diplomové práce

Autor/ka: Bc. Lukáš Holka

Název práce: Spinorial techniques for constructing quasi-local quantities in General Relativity

Studijní program a obor: Fyzika, Teoretická fyzika

Rok odevzdání: 2014

Jméno a tituly vedoucího: Mgr. Martin Scholtz, Ph.D.

Pracoviště: Ústav teoretické fyziky, MFF UK

Kontaktní e-mail: scholtz@utf.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/opponenta:

Problematika kvazilokálních veličin v obecné relativitě patří k dlouhodobým nevyřešeným fundamentálním problémům v obecné relativitě. Pojmy jako energie, hybnost, moment hybnosti a zákony jejich zachování patří k nejdůležitějšímu „arzenálu“ teoretické fyziky a to jak po stránce praktické (řešení pohybových rovnic), tak po stránce koncepční. Souvislost zákonů zachování se symetriemi zkoumaného systému patří (věty E. Noetherové) k nejhlubším objevům teoretické fyziky. V obecném, zakřiveném prostoročase, který se žádnými symetriemi nevyznačuje, však tyto pojmy ztrácejí svůj obvyklý, dobře definovaný smysl. Z Einsteinova principu ekvivalence plyne, že energii-hybnost gravitačního pole nelze popisovat lokálně a jediná šance, jak rozumně zavést energii (hybnost, moment hybnosti) gravitačního pole, je cesta kvazilokálních veličin. I tak ale problém kvazilokální energie zůstává nevyřešen, byť bylo na této cestě dosaženo značného pokroku.

Ukazuje se, že nejslibnějším přístupem ke konstrukci kvazilokálních veličin je použití spinorových metod. Původním cílem práce proto bylo, aby se student podrobně seznámil se spinorovým formalismem v obecné relativitě (v současnosti je součástí přednášek na Ústavu teoretické fyziky pouze velmi povrchní úvod do základů spinorů), naučil se tento formalismus používat na pracovní úrovni, a s jeho znalostí pak pronikl do tajů různých spinorových konstrukcí kvazilokálních veličin.

Se spinory úzce souvisejí i jiná více či méně standardní témata, jako je Newmanův-Penroseův formalismus, GHP formalismus, úvod to teorie twistorů a konformních technik v obecné relativitě (asymptoticky ploché prostoročasy a asymptotické řešení Einsteinových rovnic).

Student Lukáš Holka zvládl v poměrně krátkém čase proniknout ve všech uvedených tématech do dostatečné hloubky a již brzy byl schopen provádět konkrétní výpočty. To vedlo k tomu, že jsme začali sepisovat článek na téma Bondiho hmotnosti v prostoročasech s interagujícími skalárními a elektromagnetickými poli, který vyšel v mezinárodním časopise *General Relativity and Gravitation*. Vzhledem k šíři a náročnosti problematiky pan Holka článek sám nesepisoval, ale byl schopen svižně a poctivě kontrolovat mé výpočty a aktivně se na tvorbě článku podílet.

Dále oceňuji, že se pan Holka rozhodl diplomovou práci psát v anglickém jazyce a velmi rychle se naučil psát na stylisticky a gramaticky výborné úrovni. Protože problematika spinorů patří stále mezi spíš menšinové žánry, chtěl jsem, aby byl součástí diplomové práce i teoretický úvod do spinorů. Pan Holka se tohoto úkolu zhostil a vypracoval opravdu rozsáhlý, podrobný a velmi kvalitní teoretický úvod, takže práci je možno použít jako seriózní studijní text s množstvím adekvátních citací na původní práce.

Vzhledem k výše uvedenému, jednoznačně doporučuji práci k obhajobě a navrhuji výborné hodnocení.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

V odvození výrazu pro Penroseovu hmotnost se Riemannův tenzor kontrahuje se spinorovým polem, které se pro jednoduchost uvažuje jako anti-samoduální. Takové pole ovšem není reálné. Jaký to má vliv na reálnost příslušné Penroseovy hmotnosti? Co kdybychom předpoklad o samoduálnosti opustili a uvažovali reálné spinorové pole?

Práci

- doporučuji
 nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

V Praze, 18. srpna, Scholtz