

Posudek dizertační práce Mgr. Hedviky Kadlecové "Gravitational field of gyratons on various background spacetimes"

Předložená práce podává přehled několika zobecnění gyratonových řešení, zejména směrem k obecnější algebraické struktuře prostoročasu. Zároveň obsahuje obecný geometrický rámec a úvodní výsledky studia gyratonů na vícedimenzionálním zobecnění Kundtovy třídy prostoročasu.

Úvodní kapitola shrnuje historii studia gyratonových řešení. Druhou kapitolou práce je článek publikovaný ve *Physical Review D* prezentující nová gyratonová řešení v Kundtové třídě s elektromagnetickým polem, jejichž pozadí má charakter přímého součinu dvojdímenzionálních podprostorů. Třetí kapitolu tvoří článek přijatý do téhož časopisu, ve kterém jsou odvozeny gyratony na pozadí Melvinova vesmíru. Čtvrtá kapitola popisuje zobecnění předchozích dvou kapitol a lze odhadnout, že na jejím základě bude možné brzy opublikovat další hodnotný článek. V páté kapitole jsou shrnuty vlastnosti prostoročasu typu III v Kundtové třídě a prezentovány polní rovnice obsahující gyraton na jejich pozadí. Šestá kapitola popisuje elegantní geometrický rámec pro studium gyratonů na vícedimenzionálním Kundtově prostoročasu a aplikuje ho na polní rovnice obsahující gyratonový zdroj a elektromagnetické pole. Poslední dvě zmíněné kapitoly budou při úspěšném vyřešení rovnic také kandidáty na publikace, ale povede k tomu ještě nemalé úsilí. Na druhou stranu je to zřejmá ukázka toho, že toto téma není ani zdaleka vyčerpané, o čemž svědčí i další směry výzkumu naznačené v závěru práce.

Z vědeckého hlediska jde nepochybně o práci velmi hodnotnou a obsahující nové výsledky. Dokladem je jeden publikovaný a jeden přijatý článek v prestižním časopise. Navíc jsou v práci výsledky pro další zajímavý článek. Autorka prokázala hluboké porozumění relevantním partiím obecné relativity a schopnost použít efektivní geometrický jazyk pro popis polních rovnic redukováných na nadplochy transverzální vůči směru šíření gyratonu. Pokroku bylo dosaženo nejen co se týče odvození nových tříd gyratonových řešení, ale i ve fyzikální interpretaci gyratonového zdroje. Jako důsledek nesplnění energetických podmínek byl identifikován jistý druh chlazení gyratonového zdroje, při kterém se postupně ztrácí jeho energie. Zdůrazněn je rovněž opakovaně se vyskytující vztah mezi Weylovým skalárem Ψ_3 a Ricciho skalárem Φ_{12} . V dalším výzkumu bude zajímavé sledovat, zda hraje opravdu u gyratonových řešení zásadní roli a lze-li na jeho základě odvodit invariantní definici gyratonu, která stále chybí.

Jazykově je práce sepsána kvalitně, i když se úroveň mírně snižuje v závěrečných dvou kapitolách, které by si ještě zasloužily pečlivější korektury při porovnání s nadstandardní úrovní dvou článků tvořících úvodní kapitoly. Práce obsahuje několik zdařilých obrázků ilustrujících trasverzální geometrie, ale bylo možno jich prezentovat více, zejména na místech, kde se geometrie popisuje rozsáhle pouze slovně. U grafů 4.1-4.7 jsou hůře čitelné popisky, ale jejich vypovídající hodnotu to nesnižuje. V posledních kapitolách se vyskytuje několik drobných překlepů v rovnicích a jednom odkazu na rovnici, ale vzhledem k rozsahu práce jde o zcela zanedbatelný počet.

V rámci obhajoby práce bych požádal o zodpovězení následujících otázek.

Je možné o gyratonovém zdroji něco zajímavého říci na základě jeho Segreho typu?

Je existence zdánlivého horizontu dostatečná pro vznik černé díry při srážkách gyratonů (jak je zmíněno v úvodní kapitole), přestože gyratonový zdroj nesplňuje energetické podmínky?

Jaký je vliv singulárního chování transverzální metriky (4.4.10) v kořenech výrazu G na geometrii odpovídajícího podprostoru?

Rozdělení prostoru tenzorů na celém prostoročase do přímého součtu prostorů tenzorů odpovídajících transverzálnímu a časovému podprostoru je platné obecně?

Studentka bezpochyby prokázala tvůrčí schopnosti, jak potvrzuje nejen dizertační práce, ale i výše zmíněné publikace. Předložená práce je celkově velmi kvalitní a splňuje požadavky kladené na dizertační práci v oboru "Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika", a proto ji doporučuji přijmout k obhajobě a udělit na jejím základě Hedvice Kadlecové titul Ph.D.

RNDr. Otakar Svítek, Ph.D.
Ústav teoretické fyziky MFF UK
V Holešovičkách 2
180 00 Praha 8 - Holešovice

