

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: **Bc. Milan Šrámek**
Název práce: **Částice se spinem v algebraicky speciálních prostoročasech**
Studijní program a obor: Teoretická fyzika
Rok odevzdání: 2013

Jméno a tituly oponenta: doc. RNDr. Pavel Krtouš, Ph.D.
Pracoviště: ÚTF MFF UK v Praze

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Aplikovatelnost:

- přínos pro teorii přínos pro praxi bez přínosu nedovedu posoudit

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:

Autor se v předložené práci zabývá pohybem částice se spinem v algebraicky speciálních prostoročasech. V první kapitole shrnuje užívaný formalismus, v druhé kapitole formuluje Mathissonovy-Papapetrouovy rovnice a tři různé dodatečné podmínky potřebné k dourčení systému. Třetí kapitola se zabývá řešením popsaných rovnic v případě algebraicky speciální geometrie prostoročasu. První dvě kapitoly jsou přehledové, třetí kapitola obsahuje autorovy původní výsledky.

Řešení Mathissonových-Papapetrouových rovnic v obecném prostoročase je obtížné, až nemožné. Proto je zajímavé zkoumat tyto rovnice za uvážení dodatečných zjednodušujících podmínek. Algebraicky speciální prostoročasy jsou přirozeným kandidátem pro takovou analýzu. Je přitom s podivem, že tento směr nebyl doposud (alespoň pro hmotné částice) v literatuře příliš sledován. Proto je obsah předložené práce zajímavý a přínosný. Autor diskutuje nejpodrobněji prostoročasy typu N, analyzuje však i případy typů D, III a II. Jelikož algebraická výjimečnost geometrie vybírá v prostoročasu speciální směr a zároveň zjednodušuje tvar Weylova tenzoru, který se objevuje ve zkoumaných rovnicích, je přirozené, že M-P rovnice se částečně zjednodušují. Autor diskutuje konkrétní vliv na tyto rovnice pro různé dodatečné podmínky fixující volnost ve výběru trajektorie reprezentující spinující částici. Nalézá zejména speciální konfigurace, při kterých síla působící na částici či změna vektoru spinu nabývají triviálních či speciálních hodnot.

Předložená práce má šanci vyústit v publikaci v odborném časopise.

Nicméně práci lze i několik bodů vytknout. Obsah práce je relativně malý. Důvodem je zejména stručný až zkratkovitý styl prezentace výsledků. Vlastní výsledky autora by si zasloužili mnohem širší diskuzi. Doporučoval bych více alespoň schematických obrázků (podobných těm, které autor ve dvou případech uvádí). Doporučoval bych více konkrétních příkladů dokumentujících obecné výsledky. Např. bych očekával diskuzi pohybu spinující částice na pozadí různých gravitačních vln, jež mají vysokou algebraickou degeneraci.

Samostatný odstavec si zaslouží formalismus a značení, jež autor v práci používá. Jedná se o značení typické pro abstraktní matematickou literaturu. Autor jeho důsledným užíváním názorně předvedl, že toto značení je zcela nevhodné pro konkrétnější problémy, obsahující výpočty složitějších tenzorových veličin. Výrazy obsahující zúžení duálů Riemannova tenzoru s několika vektory či tenzorem spinu (např. rov. (2.44), (3.71), ...), případně kvadráty takovýchto veličin (skalární invarianty) jsou v užitém formalismu absolutně nečitelné a nesrozumitelné. Pro prezentaci ve fyzikálně orientovaných časopisech bych doporučil užít standardnější indexovou notaci. Autor bude jistě schopen užít takovou notaci i bez ztráty na abstraktnosti, srozumitelnost předkládaných výsledků se přitom však řádově vylepší.

Jinak je práce na slušné grafické úrovni, s minimem překlepů (jako např. 3. ř. nad rov. (3.4)).

Přes uvedené spíše formální výhrady je práce na velice slušné úrovni a doporučuji ji uznat jako diplomovou práci na MFF UK. Práci navrhuji klasifikovat výborně či velmi dobře.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Lze některý z popisovaných pohybů v algebraicky speciálních prostoročasech interpretovat jako „spin-spin“ interakci? Tj., vzniká nějaký charakteristický efekt pro prostoročasy s algebraicky speciálním směrem, jež odpovídá twistující kongruenci?

Prosím o ukázkové odšifrování např. rov. (2.41).

Obecnější dotazy:

Mohl by autor dát stručný komentář fyzikálního významu různých dodatečných podmínek pro M-P rovnice.

V čem je problematičnost šroubovicového pohybu objevujícího se u Piraniho dodatečné podmínky? Nešla by dodatečná podmínka „vylepšit“ aby vedla k trajektorii odpovídající ose šroubovice?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou práci na MFF UK.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

V Praze 18. 5. 2013

doc. RNDr. Pavel Krtouš, Ph.D.