Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

❑ posudek vedoucího ☒ posudek oponenta
☒ bakalářské práce ❑ diplomové práce

Autor/ka:	Adam Vrátný
Název práce:	Studium prostoročasů typu Taub-NUT se zrychlením
Studijní program a obor:	Fyzika – Obecná fyzika
Rok odevzdání:	2016

Jméno a tituly oponenta:	**doc. RNDr. Pavel Krtouš, Ph.D.**
Pracoviště:	**ÚTF MFF UK**
Kontaktní e-mail:	**Pavel.Krtous@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/oponenta:

Předložená práce provádí analýzu řešení Einsteinových rovnic interpretovaného jako urychlený Taub-NUT prostoročas publikovaného v práci Phys. Rev. D74 (2006) 084031. Autor explicitě ověřuje, že se jedná o řešení Einsteinových vakuových rovnic a analyzuje algebraický typ prostoročasu. Před diskuzí zkoumaného prostoročasu shrnuje informace o souvisejících černoděrových řešeních a krátce popisuje generačních techniky použité k nalezení řešení.

Samotná analýza řešení je technicky netriviální a na bakalářském stupni velmi náročná. Student nachází nový netriviální výsledek, že prostoročas je na rozdíl od příbuzných řešení obecného algebraického typu. To naznačuje, že se jedná o speciální případ netriviálního zobecnění Plebańskieho–Demiańskieho třídy, která zahrnuje pouze řešení algebraického typu D.

V přehledové části student srozumitelně shrnuje základní metriky popisující černé díry a algebraickou klasifikaci prostoročasů. Dále pak shrnuje samotný článek, ze kterého přebírá zkoumané řešení. Část popisující generační techniky vedoucí ke zkoumané metrice je však velmi stručná a ne příliš srozumitelná. To samé se vztahuje k dodatku D1, který je přespříliš stručný a díky tomu nesrozumitelný.

Jádro práce však tvoří původní autorovy výpočty. Tento materiál je předkládaný srozumitelně a podrobně. Získané výsledky mohou sloužit jako základ širší analýzy zkoumaného řešení. Student prokázal přehled v problematice, schopnost provádět netriviální výpočty jak sám, tak s pomocí software pro algebraické manipulace.

Práce je na vysoké odborné úrovni. Je zpracována kvalitně graficky i stylisticky. Nicméně obsahuje několik chyb vzniklých pravděpodobně při sázení. Pro jejich eliminaci v případné publikaci je uvádím:

str. 10, rov. (1.33)	má být $\sin^{-2}\theta$ namísto $\sin^2\theta$
str. 30, rov. (5.25)	má být $\sqrt{\delta}$ namísto δ
str. 61, rov. (72)	co je ϕ?
str. 61, pod rov. (73)	má být „skalární křivost“ namísto „Ricciho tenzor“

Práci hodnotím jako velmi pěknou a doporučuji kvalifikovat známkou *výborně*.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

V souvislosti s výsledky týkajících se interpretace metriky, jejího algebraického typu a související tetrády hlavních nulových směrů (HNUSů) mě napadá několik otázek, které jsou však spíše podněty k další analýze než otázky zodpověditelné v rámci obhajoby. Přesto některé uvedu:

- Lze dopočítat rov. (5.90) a nalézt explicitně HNUSy?
- Vztahy $\Psi_0 = \Psi_4$ a $\Psi_1 = \Psi_3$ naznačují symetrii HNUSů. Zřejmě by šla zvolit tetráda, ve které by jeden z párů Weylových skalárů vymizel.
- Lze identifikovat „míru algebraické obecnosti“ řešení? Tj., co je parametr, který kontroluje (ne)degeneraci HNUSů? Zřejmě lze předpokládat, že 4 HNUSy tvoří dva symetrické páry, které v limitě $A \to 0$ či $\Delta \to 0$ degenerují. Jaká kombinace parametrů charakterizuje nedegeneraci těchto párů?

V rámci obhajoby by autor mohl okomentovat transformaci vedoucí od tvaru metriky (4.1) k metrice (6.2). Jak autor později v textu vysvětluje, nejedná se pouze o souřadnicovou transformaci (6.1), ale i o přeškálování metriky parametrem ξ. Ačkoli takové přeškálování nemění kvalitativní charakter metriky, mění interpretaci parametrů. Navíc, pokud dovolíme globální přeškálování metriky, lze v (4.1) absorbovat parametr δ do A a m. Neztrácí se tak při přechodu k (6.1) a následném fixování ξ efektivně jeden parametr řešení?

Práci
☒ doporučuji
❑ nedoporučuji
uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:
☒ výborně ❑ velmi dobře ❑ dobře ❑ neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

15. 6. 2016 Pavel Krtouš