



Posudek doktorské práce

Stationary fields in black-hole space-times

pana Mgr. **Pavla Čížka**.

Černé díry v interakci s okolní hmotou tvoří nejjasnější objekty ve Vesmíru a rozbor pozorování těchto systémů o nich přinesl ohromné množství poznatků. V předložené práci se v rámci obecné relativity zkoumá modelové axiálně symetrické stacionární gravitační pole Schwarzschildovy černé díry obklopené prstencem nebo tenkým diskem. Zkoumání gravitačního pole kompaktních objektů je aktuální problém, metody založené např. na analýze vývoje orbit nebo na gravitačním čočkování umožňují studovat otisk tohoto gravitačního pole v astronomických pozorováních. Domnívám se, že výsledky obsažené v předkládané práci mohou být použity m.j. ve výzkumu souvisejícím s těmito metodami.

Kapitola 1 práce představuje úvod do problematiky stacionárních axiálně symetrických řešení Einsteinových rovnic a metod jejich hledání. Výklad je zaměřen tak, aby tato kapitola mohla sloužit k odkazování v další části práce, kde jsou odkazy na 27 z 86 rovnic této kapitoly. Kapitola 2 doktorské práce se zabývá poruchovou metodou řešení stacionárních axiálně symetrických polních rovnic. Za příslušných okrajových podmínek je nalezena Greenova funkce linearizovaného problému v podobě zobecněné Fourierovy řady, která představuje výsledek ekvivalentní již existujícímu řešení. Za nejdůležitější výsledek práce lze považovat sečtení příslušných nekonečných řad a nalezení zápisu potenciálů ν a ω za použití vhodných speciálních funkcí (eliptických integrálů). Tento výsledek je dále užít pro nalezení a rozbor vlastností superponovaného gravitačního pole jednoduchého modelového případu Schwarzschildovy černé díry a stacionárního disku. V Kapitole 3 se práce zabývá možností nalézt podobná pole za použití tzv. generujících technik. Na rozdíl od předchozího přístupu jsou výsledkem přesná řešení nelineárních Einsteinových rovnic, podrobný rozbor obsažený v této kapitole ale potvrzuje již známý fakt, že tato řešení obvykle vykazují nefyzikální chování. Novým výsledkem je skutečnost, že lze ale takto získat kompletní metriku statické superpozice Schwarzschildovy černé díry a hmotné kružnice. Důležité je zmínit Dodatek C, kde jsou shrnuty matematické vztahy potřebné pro nalezení vzorce pro Greenovy funkce z Kapitoly 3; mnohé z nich představují původní a netriviální výsledek. K práci jsou připojeny tři příspěvky do konferenčních sborníků a jeden článek pro *Astrophysical Journal*. Výsledky z Dodatku C stojí za publikování, i když se to do data odevzdání doktorské práce nestihlo.

Metody a postupy prezentované v práci odpovídají tématu. Jistou představu o přístupu k řešení problému lze získat z příložených publikací. Mimo jiné, lze vypořádat, že autora v práci zdržela špatná konvergence částečných součtů nekonečných řad pro Greenovy funkce linearizovaného problému. Nejprve se mi zdálo na místě to kritizovat, jde přeci o známé chování související s tzv.

Gibbsovým jevem, které bývá zvykem odstranit filtrováním nebo resumací. Po přečtení práce se ale domnívám, že kdyby autor takovou techniku použil, nebyl by pak motivován hledat přesný výraz a ten by zůstal neobjeven.

V doktorské práci jsou na několika stranách častější překlepy, nejasné formulace, nesprávné odkazy na rovnice a chyby v sazbě, nejčastěji v Dodatku C, pravděpodobně způsobené s tím, že autor nemohl již dále odevzdání práce odložit a vše v klidu projít. V případě nejasnosti se ale může čtenář podívat do příloženého rukopisu článku. Domnívám se, že počet těchto chyb nepřekračuje mez odpovídající doktorské práci. Angličtina je dobře srozumitelná, nejčastější mnou upozorovanou chybou je nesprávné použití přípony -s u sloves ve třetí osobě jednotného čísla.

Doporučuji tuto práci uznat jako doktorskou disertační práci. Práce se věnuje dvěma různým přístupům k hledání stacionárních axiálně symetrických gravitačních polí hmoty obklopující černou díru a u obou autor kromě porozumění současnému stavu výzkumu problému dokázal nalézt nové výsledky. Podle předložené práce lze usuzovat, že to vyžadovalo značné množství úsilí. Výsledky obsažené v práci, myslím, prokazují předpoklady autora k samostatné tvořivé práci.

V Praze, 6. září 2017

Mgr. Tomáš Ledvinka Ph.D.

Ústav Teoretické Fyziky
V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8

telefon: 95155 2493, fax: 95155 2496
e-mail: tomas.ledvinka@mff.cuni.cz