

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího diplomové práce

Autor: Bc. Zuzana Vlasáková
Název práce: Pole proudových smyček kolem černých děr
Studijní program a obor: fyzika – teoretická fyzika
Rok odevzdání: 2020

Jméno a tituly vedoucího: doc. RNDr. Oldřich Semerák, DSc.
Pracoviště: Ústav teoretické fyziky, MFF UK
Kontaktní e-mail: oldrich.semerak@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:

Bc. Zuzana Vlasáková se ve své práci zabývala otázkou, jaké magnetické pole generuje testovací kruhová proudová smyčka symetricky položená kolem Kerrovy černé díry. Úloha je motivována fyzikou akrečních disků a prstenců kolem astrofyzikálních černých děr. Hlavním úkolem zadání bylo pochopit články, které se v minulosti touto otázkou zabývaly, a porovnat analytické formule, které tam byly předloženy jako řešení. Dalším

návrhem bylo uvažovat soustavu koncentrických smyček (s různými poloměry), popř. celý proudový disk jako spojitou limitu takové soustavy.

Zuzana zadání splnila. Nastudovala nezbytné matematické partie, především Newmanův-Penroseův formalismus a Teukolského rovnici, pochopila vzorce pro magnetické pole smyčky odvozené v doporučených člancích a úspěšně je porovnála. Zjistila, že až na některé rozlišné konvence (zejména v definici proudové hustoty) dávají porovnávané formule ekvivalentní výsledky. Ve dvou člancích přitom našla nepřesnosti (jedna z nich byla známa už dříve). Pole určené formulami pak zobrazila pro různě rychle rotující černé díry. Dále spočítala limitní chování pole ve význačných místech, speciálně ověřila “vypuzování” pole z extrémního horizontu (obdobu tzv. Meissnerova jevu), a rovněž zobrazila pole od dvou koncentrických smyček a následně od spojitého tenkého proudového disku.

Zuzana pracovala velmi samostatně — poradil jsem jí jen to, jak úlohu chápat, na jaké články se podívat a jaké speciální otázky prozkoumat. Minimálně starostí jsem měl i s finální podobou práce — Zuzana ji sepsala velmi věcně a pečlivě. Trochu více bych jen promyslel, jak v obrázcích nejlépe “zúročit” studované předpisy, speciálně v případě proudového disku; na to však již zbývalo málo času. Myslím, že velmi zdařile a s porozuměním jsou sepsány též nezbytné matematické “preliminaries” (kapitoly o Newmanově-Penroseově formalismu, Teukolského rovnici a speciálních funkcích), totiž právě na rozumné hranici mezi pouhým seznamem vzorečků a nadbytečně dlouhým výkladem, který lze najít na řadě míst jinde. Tato část práce může posloužit dalším zájemcům jako cenný úvodní přehled.

Po doplnění úplnější diskuse případu proudového disku bude možné uvažovat o publikaci v odborném časopise. V tématu by bylo každopádně zajímavé pokračovat, též např. zkusit neekvatoriální smyčku, smyčku v prostoročasu s nahou singularitou, popř. započítat vlastní gravitaci materiálu smyčky, která proud vede (přinejmenším v případě, kdy je černá díra uprostřed nerotující).

Závěrem: doporučuji, aby práce Bc. Zuzany Vlasákové byla přijata k magisterské obhajobě a klasifikována “výborně”.

Práci doporučuji uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího: Praha, 4. února 2020