

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autorka: Šimon Vrba

Název práce: Magnetic fields of current loops around black holes

Studijní program a obor: Fyzika, Teoretická fyzika

Rok odevzdání: 2023

Jméno a tituly oponenta: prof. Vladimír Karas, DrSc.

Pracoviště: Astronomický ústav AV ČR

Kontaktní e-mail: vladimir.karas@asu.cas.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 oponenta:

Diplomová práce studuje vlastnosti vakuových řešení Maxwellových rovnic pro elektromagnetické pole generované proudovými smyčkami v zakřiveném prostoročase rotující (Kerrový) černé díry. Formulace problému a postup řešení navazují na tradici výzkumu v oblasti klasické teorie relativity, která je dlouhodobě rozvíjena na Ústavu teoretické fyziky MFF UK. Text navazuje na úspěšné diplomové práce a publikované odborné články z předchozích let; práce Šimona Vrby byla sepsána v průběhu r. 2022/2023 a nyní je předložena k obhajobě.

Zvolený matematický formalismus a jeho celkové zpracování považuji za správné. Aproximace testovacího elektromagnetického pole na pevně zadaném (vakuovém, zakřiveném) prostoročase představuje jednu z možných aproximací, která se jeví adekvátní zadanému problému a bude možné ji využít i pro případné astrofyzikální aplikace. Úvodní přehledová část a rešerše odborné literatury prokazují autorovu sečtělou a velmi dobrou orientaci v daném oboru. Nově autor diskutuje limitu extrémní rotace černé díry, též případ nahé singularity, a odvozuje kompaktní formu superpotenciálu (4.30).

Zpracování textu v anglickém jazyce je velmi vhodné pro prezentaci práce při odborných diskuzích a napomůže při navazujícím výzkumu. Nezaznamenal jsem matematické chyby ani nepřesnosti ve výkladu. Povšiml jsem si jen drobných překlepů (chybí jedno minus v rov. (2.35)?), resp. nevelkého počtu gramatických nebo stylistických nedokonalostí. Osobně bych uvítal bližší informaci o převzatém, resp. upraveném programu pro výpočet a zobrazení veličin v Kerrově prostoročase.

Rozsah přehledové části v kapitolách 1-2 se mně jeví přiměřený (zvláště s ohledem na značnou preciznost, s níž je práce zpracována), nicméně vlastní výsledky v navazujících kap. 3-5 by bylo možné (a zajímavé) rozvinout do větších podrobností a okomentovat je do většího detailu. K dobrému porozumění celkovému kontextu a postupu při výpočtech je třeba prostudovat alespoň práce Kofroně a Kotlaříka, Mosse, Cohena a Kegelese, na jejichž výsledcích autor staví. Uvedené práce jsou nicméně správně citovány, jen u obr. 4.1-4.2. mně nebylo zcela zřejmé, do jaké míry jde o nově vygenerované, avšak v zásadě převzaté grafy (dal bych přednost označení os příslušnými proměnnými, i když v práci Kofroně a Kotlaříka jsou obdobně konstruované ilustrace také bez popisku).

Výtku mám k závěrečnému oddílu (str. 54), který je vskutku nadmíru stručný. Shrnutí dosažených výsledků by podle mého názoru mělo být detailnější a konkrétnější, zejména těch nových včetně odkazů na nejdůležitější partie práce. Užitečná by byla samostatná tabulka zavádějící definice důležitých veličin a jejich označení.

Drobnější připomínky k formulacím na několika místech textu:

- „A deep thanks...“ (str. ii);
- „The satisfaction of the Lorentz condition...“ (str. 16);
- „This is a more complicated object created from the four-current...“ (str. 42) nedává dostatečně konkrétní informaci a celá situace by mohla být vysvětlena mnohem jasněji;
- „Since Mathematica 13.1 cannot perform the integration...“ (str. 50) – sekvence přechodů mezi programy se mně jeví zvláštní a popis postupu je v tomto odstavci značně nekonkrétní.

## Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Je možné získané výsledky týkající se proudové smyčky využít k přímočarému analytickému vyjádření testovacích magnetického pole generovaného diskovým rozložením proudů?

Přechází struktura získaného magnetického pole proudové smyčky v limitě velkého poloměru na Waldovo řešení?

Existuje nějaký zásadní problém, proč se nedaří zkonstruovat magnetické pole pro jiná přesná řešení s diskem?

**Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

*Ue Karas*

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 10. srpna 2023