

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor/ka: **Eliška Klozová**  
Název práce: **Geometrie 2+1 dimenzionalnich černých děr**  
Studijní program a obor: **Fyzika – Obecná fyzika**  
Rok odevzdání: **2013**

Jméno a tituly vedoucího: **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 se zbyývá zejména vizualizací a interpretací prostoročasu BTZ černé díry v 2+1 dimenzionální gravitaci. Tyto díry jsou velice populárním modelem díky své matematické jednoduchosti. Na jejich případě lze často testovat a dokumentovat fenomény zajímavé pro realistické čtyřdimenzionální objekty.

Autorka ve své práci přehledně shrnuje základní rysy 2+1 dimenzionální gravitace a dává stručný přehled vlastností anti-de Sitterova (AdS) vesmíru, který hraje v této teorii klíčovou roli pro vakuová řešení Einsteinových rovnic se zápornou kosmologickou konstantou. Každé vakuové řešení totiž musí být lokálně isometrické s AdS řešením. Netriviální prostoročasy se liší pouze globální strukturou a lze je získat z AdS řešení vhodnou faktorizací.

V práci Eliška obšírně diskutuje, jak lze obdržet právě řešení popisující BTZ černou díru. Předkládá mnoho obrázků, které mohou čtenáři pomoci s pochopením jak samotného AdS vesmíru, tak povahou potřebné faktorizace, která vede na BTZ černou díru a obrázky vizualizující strukturu samotné díry.

Vedle vykreslení obrázků podává Eliška též netriviální odvození vztahu statických souřadnic AdS řešení a standardních BTZ souřadnic.

Práce je napsaná až překvapivě čtivým a přehledným stylem. Vykládaná látka je srozumitelná (srozumitelnost je horší snad jen v obtížné pasáži vysvětlující konstrukci BTZ souřadnic a v poslední kapitole, kdy se popis plochy vnořované do  $E^3$  dostatečně vysvětlí až v závěru kapitoly). Hlavním přínosem práce jsou obrázky zachycující zkoumaný prostoročas, mnohé z nichž nemají v existující literatuře analogii.

Eliška přistupovala k bakalářské práci zodpovědně a aktivně. O práci měla zájem. Během vyhotovení práce se musela seznámit s aparátem diferenciální geometrie popisujícím obecné geometrie, s geometrií AdS vesmíru a naučila se pracovat se softwarem Mathematica, v němž vykreslovala potřebné obrázky.

Je snad jen škoda, že v práci nebyla dále dotazena limita BTZ řešení k extrémní černé díře (např. vytvoření plných prostoročasových diagramů odpovídajících této limitě), nedostalo se na rotující černé díry či na zkoumání pohybu částic v daných prostoročasech. Nicméně vzhledem k obtížnosti tématu a omezenému časovému prostoru ve třetím ročníku je výsledná práce i rozsahem dostatečná.

Práci doporučuji přijat jako bakalářskou práci na MFF UK a navrhuji hodnocení výborně.

### Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

### Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

V Praze 2. 9. 2013