

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

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

Jméno a tituly vedoucího: prof. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.  
Pracoviště: Ústav teoretické fyziky MFF UK  
Kontaktní e-mail: podolsky@mbox.troja.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 a komentáře vedoucího práce:

Cílem bakalářské práce byla matematická a fyzikální analýza nového řešení Einsteinových rovnic gravitačního pole publikovaného v roce 2006 ve *Physical Review D*. Autoři tvrdí, že popisuje zrychlenou černou díru s tzv. NUT parametrem, díky němuž má prostoročas specifický twist. Toto řešení je velmi zajímavé proto, že nebylo předtím nalezeno v rozsáhlé Plebaňského-Demiaňského třídě černoděrových metrik algebraického typu D (viz kapitoly 1 a 2).

Student stál před velmi náročným úkolem. Nejprve se musel zorientovat v komplikovaném a nepříliš dobře napsaném článku, pochopit použité generační techniky, opravit tiskové chyby (kapitola 3) a pak se pustit do originální analýzy. To vše již v prvním ročníku bakalářského studia, tedy předtím, než absolvoval základní kurzy speciální a obecné teorie relativity. Nejprve pečlivě spočítal všechny složky Riemannova tenzoru křivosti, viz dodatek 2 (přímočaré použití počítače přitom selhalo, takže student musel vhodně kombinovat analytické výpočty „na papíře“ s algebraickými úpravami v programu *Derive*). Po dlouhých výpočtech dokázal, že všechny složky Ricciho tenzoru jsou nulové, takže nalezená metrika je opravdu řešením Einsteinových rovnic ve vakuu (kapitola 4).

Poté spočítal všechny složky Weylova tenzoru, našel vhodnou nulovou tetrádu, vyčíslil v ní příslušné skaláry  $\Psi_A$  a z nich pak invarianty  $I$  a  $J$  (kapitola 5). Tím se mu podařilo dokázat, že prostoročas je algebraicky *obecného* typu, tedy nikoli typu D. To vysvětlilo, proč nebylo toto řešení dříve nalezeno v Plebaňského-Demiaňského třídě.

Nadto (kapitola 6) se Adamovi Vrátnému podařilo převést původní metriku do zcela nových a mnohem vhodnějších souřadnic, viz (6.55). V této podobě lze prostoročas velmi dobře analyzovat a fyzikálně interpretovat přítomné parametry  $M$  (hmotnost černé díry),  $A$  (její zrychlení) a  $l$  (NUT parametr twistu). Metrické funkce jsou navíc faktorizovány, takže lze ihned identifikovat příslušné horizonty. Zejména pak lze každý z parametrů  $M$ ,  $A$ ,  $l$  separátně položit roven nule, přičemž nová metrika přechází na známé tvary C-metrik ( $l=0$ , sekce 6.4), Taub-NUT prostoročasu ( $A=0$ , sekce 6.5) a Schwarzschildova řešení ( $l=0=A$ ).

Práce tedy obsahuje řadu zcela nových a netriviálních výsledků, které budou v nejbližší době shrnuty do vědecké publikace, kterou hodláme zaslat do některého z prestižních mezinárodních časopisů (*Physical Review* případně *Classical and Quantum Gravity*).

Bez váhání proto doporučuji uznat předloženou práci za bakalářskou a navrhuji hodnotit ji nejvyšším možným stupněm.

## Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

žádné

### Práci

- doporučuji  
 nedoporučuji      uznat jako bakalářskou.

### Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně    velmi dobře    dobře    neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího: v Praze dne 28. 5. 2016