

Posudek disertační práce RNDr. Evy Šrámkové

OSCILLATIONS OF DISC STRUCTURES AROUND COMPACT OBJECTS

Eva Šrámková doktorskou disertaci vypracovala v rámci doktorského studia oboru Teoretická fyzika a astrofyzika realizovaného na Ústavu fyziky FPF SU v Opavě v letech 2006–2010. Práce byla k obhajobě předložena na jaře 2010 a je zaměřena na studium oscilací diskových či toroidálních struktur v extrémně silných gravitačních polích kolem kompaktních objektů, tj. černých děr a neutronových hvězd. V práci jsou diskutovány oscilace diskových struktur s negeodetickým rozložením momentu hybnosti tvořících torů, jejichž tvar je dán souhrou gravitačních a setrvačných sil a tlakových gradientů. Pozornost je soustředěna na případné rezonance mezi různými oscilačními mody těchto toroidálních struktur. Výzkum je realizován jak analytickými perturbačními metodami, tak pomocí numerických simulací a vede k hlubšímu pochopení procesů probíhajících v extrémně silných gravitačních polích černých děr a neutronových či kvarkových hvězd. Rozbor vlastností oscilačních modů je realizován jak v newtonovské aproximaci popisu gravitačního vnějšího pole, tak i v plně relativistickém přístupu k popisu toroidálních struktur. Při rozboru vlastností oscilací toroidů v závislosti na jejich tloušťce Eva Šrámková využívá velice komplikované a náročné perturbační metody inspirované postupy kvantové fyziky. Práce přináší relevantní příspěvky k několika vysoce aktuálním oblastem bouřlivě se rozvíjející relativistické fyziky, především v souvislosti bouřlivě se rozvíjející problematiky vysokofrekvenčních kvaziperiodických oscilací (QPOs) rentgenovského záření přicházejícího z nejnvnitřnějších oblastí akrečních disků kolem kompaktních objektů.

V pracích Evy Šrámkové jsou velice elegantním způsobem kombinovány postupy standardní teoretické fyziky s důmyslnými počítačovými simulacemi. Výstupy těchto teoretických astrofyzikálních modelů mají klíčový význam v současných snahách o co nejpřesnější sladění teoretických modelů QPOs a observačních dat. V práci je pozornost soustředěna na problematiku vysokofrekvenčních QPOs pozorovaných v rentgenovském spektru některých binárních systémů obsahujících černou díru nebo neutronovou hvězdu, především tzv. dvojitých oscilací s frekvenčním poměrem odpovídajícím poměru malých čísel naznačujícím relevanci rezonančních efektů. Významná je konfrontace datových výstupů s výstupy počítačových simulací umožňující zpětnou vazbu na použité teoretické modely. Jistý kvantitativní nesoulad mezi observačními daty rentgenovských QPOs u systémů s neutronovými hvězdami a standardním relativistickým precesním modelem vysvětlujícím v obecných rysech správně frekvenční průběh těchto QPOs inspirovaly zkoumání vlivu elektromagnetické interakce efektivního náboje akrečního disku s magnetickým polem neutronové hvězdy na charakter orbitálního pohybu akrečního disku a změn frekvence orbitálních a epicyklických oscilací, jež významně vylepšují soulad modelu s observačními daty.

Práce je koncipována jako komentovaný soubor článků. Prezentovaný soubor článků je sestaven ze 6 prací publikovaných v impaktových časopisech a jedné práce v recenzovaném sborníku uváděném ve Web of Science. Eva Šrámková je prvním autorem v jedné z těchto prací a jedinou autorkou v další. Těžiště její práce je v prvních čtyřech publikacích věnovaných různým teoretickým aspektům oscilací tlustých torů velice významný je případ oscilací torů v Kerrově metrice popisující nejobecnější černé díry. V pracích 5–7 jsou naopak její výsledky využívány v rámci srovnávání teoretických modelů a observačními daty a demonstrují její schopnosti efektivně se zapojit do společného výzkumu s týmem Ústavu

fyziky. Shrnující text předložené disertace reflektuje všechny zkoumané oblasti a výborně reflektuje vynikající schopnosti autorky k vědecké práci a její reflexi v odborných textech.

Práce je sepsána velice pečlivě, s velkým nadhledem a má vynikající grafickou úroveň. Přináší významné nové výsledky ve třech oblastech výzkumu, k nimž autorka přispěla velice relevantním způsobem a úspěšně realizovala zadání disertační práce. Pracovala velice aktivně ve všech třech oblastech výzkumu a projevila výrazný smysl pro kolektivní práci.

Eva Šrámková ve své práci přináší širokou škálu významných vědeckých výsledků a jednoznačně prokazuje schopnost provádět velice kvalitní samostatné vědecké výzkumy.

Doporučuji proto přípuštění předložené práce k obhajobě a na základě úspěšné obhajoby udělení titulu PhD.

V Opavě 10. 6. 2010

Prof. RNDr Zdeněk Stuchlík, CSc.,
vedoucí práce