



INSTYTUT MATEMATYCZNY POLSKIEJ AKADEMII NAUK

ul. Śniadeckich 8, 00-956 Warszawa, skrytka pocztowa Nr 21,
tel.: 48-22-522-81-00, fax: 48-22-629-39-97, e-mail: im@impan.pl, www.impan.pl

OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE UW

wpłynęło dnia 02. 08. 2013

Głuch

Prof. dr hab. Andrzej Udalski
Dyrektor Obserwatorium UW
Al. Ujazdowskie 4,
00-478 Warszawa

Warszawa 25 lipca 2013r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

Mgr Izabeli Kowalskiej-Leszczyńskiej

Astrofizyczne zastosowania detekcji układów podwójnych obiektów zwartych w falach grawitacyjnych

W swojej rozprawie doktorskiej mgr Kowalska-Leszczyńska bada własności zwartych układów podwójnych jako źródeł fal grawitacyjnych. Praca zawiera dwa rozdziały wstępne. Pierwszy zatytułowany *Fale grawitacyjne i ich źródła* zawiera krótkie omówienie promieniowania grawitacyjnego przewidywanego przez teorię względności Einsteina i zwięzłe, ale wyczerpujące omówienie podstawowych astrofizycznych źródeł fal grawitacyjnych. Szczegółowo jest omówione promieniowanie grawitacyjne z układów podwójnych o orbitach eliptycznych, tzn. z nieznikającym mimośrodem e . W drugim wstępnym rozdziale omówione są detektory fal grawitacyjnych zarówno prototypy detektorów, detektory, które działają obecnie jak i te planowane. Jeżeli chodzi o uwagi historyczne dotyczące detektorów (str. 34) warto dodać, że pierwsze prototypy detektorów interferometrycznych budowli też naukowcy z Instytutu Maxa Plancka Optyki Kwantowej w Garching, Niemcy (zacytowana praca Shoemaker i in. 1988).

Trzy dalsze rozdziały zawierają oryginalne wyniki mgr. Kowalskiej dotyczące astrofizycznych zastosowań obserwacji fal grawitacyjnych przez budowane obecnie i planowane w przyszłości detektory. W Rozdziale 4 przeanalizowano ewolucję (zmniejszanie się) ekscentryczności (mimośrodu) orbit układów w wyniku emisji promieniowania grawitacyjnego biorąc pod uwagę realistyczne scenariusze ewolucji tych układów. W wyniku analizy stwierdzono, że w paśmie czułości obecnie konstruowanych detektorów *Advanced LIGO* i *Virgo* mimośród będzie na tyle mały, że nie ma potrzeby uwzględniać go w filtrach służących do detekcji zlewających się układów podwójnych gwiazd neutronowych i czarnych dziur. Dopiero dla planowanych detektorów trzeciej generacji lub planowanych detektorów w przestrzeni kosmicznej mimośród orbity należy uwzględnić. W Rozdziale 5 wyznaczono i przeanalizowano tło promieniowania grawitacyjnego pochodząc z nałożenia się dużej

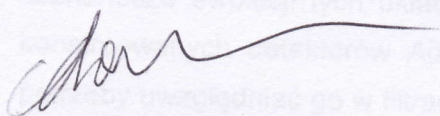
liczby sygnałów fal grawitacyjnych z układów podwójnych. Wyniki zostały uzyskane dla trzech typów populacji gwiazd w zależności od ich metaliczności. Wyliczono, że tło stochastyczne fal grawitacyjnych z gwiazd populacji III będzie wykrywalne już dla budowanych obecnie detektorów drugiej generacji natomiast dla gwiazd I populacji będzie on widoczne dopiero dla detektorów trzeciej generacji. W Rozdziale 6 przedstawiono wyniki symulacji, które określają jak dokładnie będzie można wyznaczyć parametry kosmologiczne i parametry określając ewolucję gwiazd na podstawie obserwacji zwartych układów podwójnych poprzez detektory fal grawitacyjnych trzeciej generacji takie jak Einstein Telescope (ET). Na podstawie symulacji numerycznych wyliczono, że dokładność wyznaczenia tych parametrów jest konkurencyjna z dokładności ich wyznaczeni przez dotychczasowe obserwacje astrofizyczne.

Uzyskane przez mgr. Kowalską-Leszczyńską wyniki są znaczące i będą miały one zastosowanie zarówno do poszukiwania fal grawitacyjnych w danych detektorów jak i astrofizycznych interpretacji tych danych. Mam jedynie uwagę do Rozdziału 4 gdzie w analizie uwzględnienia mimośrodów w filtrach mających na celu wykrywanie fal grawitacyjnych z układów podwójnych dobrze jest wyliczyć tzw, czynnik dopasowania (fitting factor) wprowadzony w pracy *T. A. Apostolatos, Phys. Rev. D 52, 605–620 (1995)*.

Znaczna część wyników mgr. Kowalskiej przedstawionych w pracy doktorskiej została już opublikowana w recenzowanych międzynarodowych czasopismach. Mgr. Kowalska wygłaszała szereg seminariów w Instytucjach w kraju gdzie przedstawiała swoje wyniki. Miała ona również wystąpienia na międzynarodowych konferencjach. Mgr. Kowalska należy też do zespołu *Polgraw*, polskiego członka projektu detekcji fal grawitacyjnych *Virgo*, gdzie zajmowała się poszukiwaniem fal grawitacyjnych ze zlewających się zwartych układów podwójnych w danych z detektorów LIGO i Virgo. Jak również brała udział w szeregu prac organizacyjnych związanych z projektem *Virgo*.

Podsumowując praca i dorobek mgr. Izabeli Kowalskiej-Leszczyńskiej spełnia wymogi uzyskania stopnia naukowego doktora astronomii w zakresie astrofizyki teoretycznej.

Prof. dr hab. Andrzej Królak



Instytut Matematyczny
Polska Akademia Nauk