

Prof. dr hab. Tomasz Bulik
Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytetu Warszawskiego
Aleje Ujazdowskie 4
00-478 Warszawa

Warszawa, 17 listopada 2017

Recenzja pracy doktorskiej mgr Jerzego Pabicha pod tytułem „modelowanie procesów radiacyjnych wysokich energii w układach podwójnych gwiazd i ich otoczeniu”.

Praca doktorska mgr Pabicha porusza problemy związane z emisją wysokoenergetyczną z układów podwójnych gwiazd. Zagadnienie to jest bardzo ważne i praca na ten temat jest bardzo na czasie. W ostatnich latach odkryto kilka takich układów dzięki niebywałemu rozwojowi astronomii gamma wysokich energii – obserwatoria HESS, MAGIC i VERITAS. Obecnie jesteśmy świadkami budowy obserwatorium CTA, które z wielokrotni populację źródeł wysokiej energii, także umożliwi znacznie dokładniejsze ich badania. Dotychczas wykryte obiekty to układy zawierające obiekty zwarte, najprawdopodobniej gwiazdy neutronowe. Emisja w takich układach związana jest z kolizją wiatru cząstek z pulsara i wiatru gwiazdowego. Podobne zjawiska mogą mieć miejsce przypadku koicji wiatrów dwóch masywnych gwiazd. W niniejszej pracy autor rozpatruje ponadto emisję wysokoenergetyczną z akreujących białych karłów. Zajęcie się tą tematyką jest bardzo dobrym pomysłem. Mając w perspektywie zbliżające się obserwacje CTA należy rozpatrzeć wszelkie potencjalne źródła, które mogą być wykryte przez to obserwatorium.

Praca składa się z pięciu rozdziałów. Pierwszy z nich to wstęp w którym zawarte jest podsumowanie obserwacji układów podwójnych gwiazd w zakresie rentgenowskim oraz w zakresie gamma. Następne trzy rozdziały to analiza trzech przypadków rozpatrywanych szczegółowo przez autora. Rozdział drugi zawiera analizę promieniowania gamma ze zmiennych kataklizmicznych. W rozdziale trzecim przedstawiono model emisji wysokoenergetycznej z układów podwójnych zawierających dwie masywne gwiazdy. W rozdziale czwartym rozwinięte są idee z rozdziału trzeciego i przedstawiony jest model emisji z układów masywnych gwiazd w gromadach otwartych. Rozdział piąty zawiera podsumowanie wyników.

Praca napisana jest sposób bardzo ścisły, treść jest bardzo skondensowana. Autor porusza się bardzo swobodnie w ramach astrofizyki wysokich energii oraz fizyki jądrowej i w zagadnieniach procesów promienistych. Jestem pod dużym wrażeniem jakości pracy pod względem naukowym. W pracy przedstawione są konkretne przewidywania obserwacyjne.

Wyniki rozdziału drugiego przedstawione są na rysunku 2.2, i pokazują obserwowalność układu typu V1223 Sge. Brak mi w tym miejscu wzięcia pod uwagę obecnych górnych ograniczeń na emisję gamma z tego układu nałożonych przez satelitę Fermi, który jak dotąd nie wykrył emisji gamma z tego układu. Ponadto bardzo przydatne byłoby przedstawienie na tym rysunku niepewności – rozrzutu w przewidywaniach związanego z wybranymi wartościami parametrów, takich jak na przykład parametru χ . Rozdział drugi kończy się stwierdzeniem, że nie oczekujemy wykrywalnej emisji neutrin z tego układu. W pracy nie znalazłem uzasadnienia tego stwierdzenia.

Rozdział trzeci poświęcony jest dokładnej analizie emisji wysokoenergetycznej z układu typu Eta

Carinae. Najważniejsze wyniki odnośnie emisji w zakresie gamma pokazane są na rysunku 3.4. Warto by było zaznaczyć czułość obecnych i przyszłych obserwatoriów na tym wykresie. Podstawowe różnice między modelem A i B dotyczą emisji w zakresie TeV. Czy te różnice będą wykrywalne za pomocą CTA? Jeśli tak to jak długa obserwacja jest potrzebna do ich odróżnienia? Wyniki dotyczące strumienia neutrin podsumowane są na rysunku 3.5. Strumień neutrin porównany jest z czułością eksperymentu Ice Cube, jednakże Eta Carinae znajduje się na niebie południowym, a więc jest poza zasięgiem tego obserwatorium. Strumień powinien być porównany z czułością Antaresa lub Km3net, które mogą obserwować niebo południowe. Wnioski przedstawione w tym rozdziale są bardzo ciekawe i wartościowe.

W rozdziale czwartym przedstawiony jest model emisji związany z oddziaływaniem wiatrów gwiazdowych z materią w gromadach otwartych. W tym rozdziale nie było dla mnie jasne czym jest proces foto-rozszczepienia jąder w zderzeniu z materią. Wyniki przedstawione na rysunkach 4.6 i 4.8 pokazują, że w przypadku obiektów typu WR20 oczekujemy detekcji przez CTA, zaś strumień z obiektu typu Eta Carinae nie będzie wykrywalny. W tym przypadku wartościowe byłoby przestawienie wspólnych wyników w rozdziału 3 i 4 na jednym wykresie, tak aby czytelnik mógł porównać wzajemny stosunek emisji z pobliza układu i z oddziaływania wiatru z materią zewnętrzną. Strumień neutrin raczej nie będzie wykrywalny, zgodnie z wynikami przedstawionymi na rysunku 4.9. Ciekawe jest pytanie czy istnieją podobne obiekty nieco bliżej nas i czy wtedy strumień neutrin byłby wykrywalny.

W pracy brakuje mi rozszerzonego wstępu gdzie zdefiniowane byłyby wszystkie procesy promieniste, ich przekroje czynne, a także opisane byłyby procesy hadronowe i mechanizm emisji fotonów oraz neutrin. Bardzo też przydatna byłaby tabelka, lub też lista, oznaczeń. Praca jest bardzo zwięzła i czytanie jej byłoby znacznie prostsze, gdyby autor dodał takie pozycje. W wielu miejscach oznaczenia są lekko mylące, na przykład jasność (moc) oznaczana jest literą L, natomiast tempo utraty energii to P z kropką, które następuje dość szybko po P oznaczającym okres orbitalny układu. W pracy bardzo często autor odnosi się do pojęcia wykładnik widma, lecz nie znalazłem definicji jaki jest standard oznaczeń w pracy, czy chodzi o widmo energii, czy też fotonowe? Wstęp zawierający definicje pojęć i wzory byłby tu bardzo przydatny. Bibliografia do pracy jest rozbudowana i kompletna i świadczy o dobrej znajomości literatury. Jednakże w wielu miejscach w pracy brak odnośników do wyników prac. Podobnie przy wyprowadzaniu wzorów brakuje odnośników do wzorów, z których bierze się dana formuła.

Wyniki prezentowane w pracy były opublikowane w serii artykułów w wiodących czasopismach astrofizycznych. W pracy doktorskiej miejscami razily mnie jednak kalki językowe i sformułowania brzmiące dość niezgrabnie po polsku. W niektórych zdaniach szyk wyrazów był wyraźnie przejęty z angielskiego.

Te krytyczne uwagi nie zmieniają mojego zdania na temat pracy. Zawiera ona bardzo ciekawe i wartościowe wyniki naukowe. Czytając ją można odczuć, że autor porusza się bardzo swobodnie w swojej dziedzinie i jest bardzo sprawnym astrofizykiem. Uważam, że praca spełnia zawiązka zwyczajowe i ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Tomasz Bulik