

Streszczenie

Wyniki obserwacji układów podwójnych gwiazd niektórych typów, przeprowadzone w zakresie promieniowania gamma, wskazują na istotną rolę procesów wysokich energii wewnątrz tych układów lub w ich otoczeniu. Zaobserwowano emisję wysokich energii z układów zawierających gwiazdy na ciągu głównym oraz zwarte obiekty typu czarne dziury czy gwiazdy neutronowe. Pomimo, że emisja tego typu była podejrzewana od dłuższego czasu, szczegółowe wyniki obserwacji uzyskane w ostatniej dekadzie były zaskakujące. Okazało się, że mechanizmy przyspieszania cząstek w warunkach panujących w układach gwiazdowych oraz produkcji promieniowania, nie są jeszcze dobrze poznane. W mojej rozprawie doktorskiej opracowuję kilka modeli emisji promieniowania w zakresie energii GeV-TeV będących w stanie wyjaśnić własności tej emisji lub przewidujące wysokoenergetyczną emisję z podobnego typu układów.

W pierwszym modelu wskazuję na możliwość przyspieszania cząstek, i emisji promieniowania, w trakcie procesu akrecji materii na Białe Karły w układach podwójnych gwiazd typu kataklizmicznego (IPWDs). Warunki panujące w wewnętrznych częściach dysku akrecyjnego wokół Białego Karła (silnie namagnetyzowanym, turbulentnym obszarze w wewnętrznym dysku akrecyjnym) powinny sprzyjać przyspieszaniu cząstek do wysokich energii. Rozważam proces przyspieszania elektronów i hadronów w takim obszarze i określam ich emisję w zakresie wysokich energii. Pokazuję, że promieniowanie gamma z zakresu GeV-TeV może być w tych warunkach produkowane. Jako przykład przewiduję emisję promieniowania rentgenowskiego i gamma z układu IPWD o nazwie V1223 Sgr. Zależnie od wykładnika widmowego wstrzykiwanych cząstek, wysokoenergetyczna emisja może być zaobserwowana przez teleskop satelitarny Fermi-LAT w zakresie GeV i/lub przez planowane obserwatorium Cherenkov Telescope Array (CTA) w zakresie TeV.

Przykładem układu podwójnego dwóch super-masywnych gwiazd ze zderzającymi się szybkimi wiatrami jest Eta Carinae. Został on ostatnio zidentyfikowany ze źródłem promieniowania gamma obserwowanym przez satelity AGILE i Fermi-LAT. W widmie tego źródła występują dwa składniki, z których wysoko-energetyczny wykazuje zmienność wraz z orbitalną fazą układu. Dla tego układu gwiazd rozważam różne możliwości przyspieszania cząstek (elektronów i hadronów) i produkcji wysokoenergetycznego promieniowania w skomplikowanej strukturze zderzających się wiatrów gwiazdowych. Celem jest wyjaśnienie cech widmowych Eta Carinae w zakresie promieniowania gamma oraz przewidzenie zachowania źródła w zakresie energii TeV gamma. Pokazuję, że obserwowane cechy widmowe mogą zostać wyjaśnione przy założeniu modelu zderzenia wiatrów gwiazd towarzyszących, w którym przyspieszanie cząstek zachodzi na podwójnej fali uderzeniowej (w wiatrach obu gwiazd) o różnych własnościach fizycznych. Przewiduję cechy emisji promieniowania gamma o energiach powyżej ~ 100 GeV wskazując na wyraźną zmienność (lub jej brak) w zależności od scenariusza przyspieszania i oddziaływania cząstek w układzie podwójnym. Dla modeli hadronowych przewiduję także oczekiwany strumień neutrin pochodzących z układu podwójnego Eta Carinae, który ewentualnie mógłby zostać zaobserwowany przez dużej skali detektory neutrinowe typu IceCube. Stwierdzenie istnienia takiej emisji neutrinowej (lub jej brak) pozwala zlokalizować mechanizm przyspieszania cząstek w tego typu źródłach.

Analizuję także przypadek masywnego układu podwójnego gwiazd wewnątrz gęstego obłoku materii międzygwiazdowej, tj. gromady otwartej. W ostatnich latach TeV-owa emisja promieniowania gamma była właśnie zaobserwowana z kierunku kilku otwartych gromad gwiazdowych zawierających masywne gwiazdy. Rozważam procesy wysokich energii zachodzące w wyniku oddziaływania gwiazd masywnego układu z ich gęstą otoczką. Analizuję mechanizmy przyspieszania jąder, z wiatrów masywnych gwiazd, w obszarze ich kolizji. Określam tempo foto-rozszczepiania jąder oraz tempo wstrzykiwania protonów i neutronów z ich fragmentacji w wyniku kolizji z promieniowaniem termicznym gwiazd. Uwolnione protony i neutrony propagują się w otoczeniu układu gwiazdowego, oddziałują z materią wiatru oraz materią gromady otwartej. Liczę widma produkowanych fotonów gamma i neutrin (w wyniku rozpadu pionów). Wyniki obliczeń są skonfrontowane z dostępnymi obserwacjami dla układu gwiazdowego Eta Carinae, wewnątrz kompleksu obłoków Carina, i układu WR 20a, wewnątrz gromady otwartej Westerlund 2. Wyliczam także strumienie neutrin produkowanych przez protony wokół układów podwójnych i wewnątrz gromad otwartych które umożliwią konstrukcję skomplikowanych procesów rozważanych w tym modelu.

Jery Polc