

# Ewolucja gwiazd w ciasnych układach potrójnych

Ayush Moharana and Krzysztof G. Hełminiak

## Co to są Tight Triple Systems?

Ciasne układy potrójne (*ang.*: Tight Triple Systems, TTS) to układy gwiazdne, w których dwa składniki krążą po małej orbicie wokół siebie, podczas gdy trzecia gwiazda okrąża dwie pozostałe na szerokiej orbicie, ale o okresie krótszym niż 1000 dni. W tej specjalnej konfiguracji, nazywanej hierarchiczną, wewnętrzny układ podwójny można traktować jako pojedyncze ciało, biorąc pod uwagę jego wpływ na trzecią gwiazdę. Wyjaśnia to stabilność dynamiczną trzech ciał, która w innym przypadku jest chaotyczna.

## Dlaczego powinniśmy je badać?

Wcześniej uważano, że TTS są rzadkością, ale dzięki nowym misjom obserwacji kosmosu, takim jak teleskopy TESS i Kepler, nastąpił gwałtowny wzrost liczby odkryć takich systemów. Zazwyczaj potrójne układy były używane jako wyjaśnienie powstawania bliskich układów podwójnych, niebieskich maruderów (*ang.*: blue stragglers), mgławic planetarnych, a także zderzeń czarnych dziur. Jednak większość z tych systemów ma długie okresy zewnętrzne, a ich dynamiczne skutki mogą mieć skalę czasową nawet rzędu stuleci. Dlatego szczegółowe ich badanie może zająć dużo czasu. Ale dynamiczne procesy w TTS można obserwować w skalach czasowych krótszych niż życie człowieka. Dlatego zrozumienie tych systemów dałoby nam wgląd w badanie ewolucji gwiazd w układach wielokrotnych i podwójnych, a także gwiazd pojedynczych.

## Jak będziemy je badać?

Jeśli uda nam się zaobserwować TTS, gdzie wewnętrzny układ podwójny jest układem rozdzielonym zaćmieniowym (*ang.*: detached eclipsing binary, DEB), możemy uzyskać bardzo dokładne parametry gwiazdowe i orbitalne nie tylko układu podwójnego, ale także trzeciej gwiazdy. DEB to dwie gwiazdy, które krążą wokół siebie, ale płaszczyzna ich orbity jest ustawiona krawędzią do obserwatora. Dlatego te gwiazdy zaćmiewają się wzajemnie, a dzięki zrozumieniu geometrii zaćmień, w połączeniu z ich prędkościami uzyskanymi z widm, możemy wyznaczyć parametry gwiazd bardzo dokładnie. Różne aspekty obserwacyjne (zmiany prędkości wewnętrznej pary, czy momentów jej zaćmień) pozwalają nam także zaobserwować różne sygnatury trzeciej gwiazdy, a tym samym uzyskać dokładne parametry wszystkich trzech składników układu. Błędy względne w pomiarach tych parametrów sięgają poniżej 1%, nawet do 0.1%, co jest kluczowe dla współczesnej astrofizyki.

## Co spodziewamy się uzyskać?

Do tej pory liczba odkrytych TTS nie przekroczyła 1000. Jednak tylko kilka z tych obiektów zostało opisanych tak dokładnie i kompleksowo, jak proponujemy to nasz projekt. Oprócz wkładu w szczegółowe badania tych rzadkich celów, projekt ten przyczyni się również do zwiększenia liczby precyzyjnie opisanych DEB-ów. Dzięki układom potrójnym możemy testować modele ewolucji gwiazd jeszcze dokładniej, używając naszych parametrów jako punktów kontrolnych lub znaczników. Obecne teorie powstawania gwiazd w układach potrójnych można lepiej zrozumieć dzięki znajomości orbit i mas, jakie uzyskujemy dla układów z naszego projektu. Dalsze obserwacje, oparte na naszej analizie, mogą również pomóc nam monitorować zmiany w orbitach TTS i dokładniej ograniczyć dynamikę takich systemów. To pokazuje, że nasze badanie ma wielopłaszczyznowe znaczenie dla astrofizyki gwiazd.