

Tajemnice czerwonych olbrzymów

Astronomowie z Obserwatorium Astronomicznego UW wyjaśnili prawie stuletnią zagadkę pochodzenia tzw. długiego okresu wtórnego w gwiazdowych czerwonych olbrzymach.

Gdy w gwiazdach typu słonecznego wyczerpuje się paliwo jądrowe, przeistaczają się one w czerwone olbrzymy. Oznacza to, że zwiększają swój promień setki razy, pochłaniając tym samym krążące wokół nich pobliskie planety. Jednocześnie gwiazdy te zaczynają tracić masę w wyniku intensywnego wiatru gwiazdowego. Co więcej, w ostatnich etapach swojego życia czerwone olbrzymy zaczynają pulsować, co widoczne jest w postaci regularnych zmian blasku tych gwiazd.

Okolo 30% jasných czerwonych olbrzymów wykazuje dodatkową zmienność z okresem od kilku miesięcy do kilku lat – typowo dziesięć razy dłuższym niż okres pulsacji tych gwiazd. Pochodzenie tzw. długiego okresu wtórnego (ang. *long secondary period* – LSP) pozostawało tajemnicą przez niemal stulecie, odkąd pierwszy raz zaobserwowano to zjawisko. Astronomowie próbowali tłumaczyć zmienność LSP w czerwonych olbrzymach wzbudzeniem nieradialnych oscylacji gwiazdowych, tworzeniem się gigantycznych komórek konwekcyjnych, epizodycznymi wyrzutami pyłu z powierzchni gwiazdy albo obecnością ciemnych plam w jej fotosferze. Jednak żaden z proponowanych modeli nie potrafił wyjaśnić wszystkich obserwowanych własności gwiazd LSP.

Grupa astronomów z Obserwatorium Astronomicznego UW pod kierunkiem prof. Igora Soszyńskiego od lat bada to zjawisko, wykorzystując największą na świecie bazę danych fotometrycznych tworzoną od niemal 30 lat przez przegląd nieba Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE). Kierowany przez prof. Andrzeja Udalskiego projekt OGLE prowadzi regularne obserwacje około 2 miliardów gwiazd należących do naszej Galaktyki oraz do pobliskich Obłoków Magellana. Ogromna baza danych OGLE posłużyła do wybrania bezprecedensowo dużej próbki, około 16 000 gwiazd LSP i zbadania ich właściwości.

W szczególności po raz pierwszy zostały przeanalizowane zmiany jasności gwiazd LSP w zakresie podczerwonym. W tym celu badacze skorzystali z obserwacji prowadzonych od kilku lat przez amerykański teleskop kosmiczny WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer). Porównanie optycznych krzywych blasku OGLE z podczerwonymi danymi fotometrycznymi WISE wykazało jedną zasadniczą różnicę: dodatkowe minimum jasności widoczne wyłącznie w zakresie podczerwonym. Takie zachowanie można wyjaśnić obecnością dodatkowego obiektu krążącego tuż nad powierzchnią olbrzyma i otoczonego rozległą chmurą pyłu przesłaniającą gwiazdę raz na okres orbitalny. Materia tworząca orbitującą chmurę nagrzewa się do temperatur około 1000-1500 K, co powoduje emisję promieniowania podczerwonego, dlatego kiedy dochodzi do zakrycia chmury przez czerwonego olbrzyma, można obserwować wtórne minimum tylko w tym zakresie widmowym.

Pomiary zmian prędkości radialnych gwiazd LSP wskazują, że zanurzonymi w pyłowej chmurze towarzyszami czerwonych olbrzymów najczęściej są ciała o masach podgwiazdowych, tzw. brązowe karły. Obiekty tego typu powstały prawdopodobnie w wyniku ściągania materii przez planety krążące początkowo na odległych orbitach wokół swoich gwiazd. Wyjaśnienie to otwiera nowe perspektywy badania rozkładów przestrzennych układów planetarnych w naszej i innych galaktykach.

Praca prezentująca rozwiązanie zagadki długiego okresu wtórnego w czerwonych olbrzymach ukazała się w czasopiśmie *The Astrophysical Journal Letters*: „Binarity as the Origin of Long Secondary Periods”

in Red Giant Stars” I. Soszyński, A. Olechowska, M. Ratajczak, P. Iwanek, D. M. Skowron, P. Mróz, P. Pietrukowicz, A. Udalski, M. K. Szymański, J. Skowron, M. Gromadzki, R. Poleski, S. Kozłowski, M. Wrona, K. Ulaczyk, K. Rybicki, 2021, ApJL, 911, L22, <https://doi.org/10.3847/2041-8213/abf3c9>

Podpisy pod rysunkami:

lc.png

Rys. 1. Krzywe zmian blasku przykładowej gwiazdy LSP z Wielkiego Obłoku Magellana. Górny panel pokazuje dane optyczne (w paśmie I) z projektu OGLE, dolny panel dane podczerwone (w paśmie $4.6\ \mu\text{m}$) z teleskopu WISE. Widoczne w obu krzywych blasku główne minimum (w fazach 0 i 1), spowodowane jest zaćmiewaniem gwiazdy przez krążącą wokół niej chmurę pyłu. Widoczne tylko w podczerwieni wtórne minimum (w fazie 0,5), spowodowane jest zakryciami chmury przez czerwonego olbrzyma.

LSP.jpg

Rys. 2. Wizja artystyczna czerwonego olbrzyma zaćmiewanego przez chmurę pyłu otaczającą małego towarzysza gwiazdy. Autorka: Matylda Soszyńska.

Kontakt:

Prof. dr hab. Igor Soszyński

e-mail: soszynsk@astrouw.edu.pl