

Gravitacinis mikrolėšis – įrankis pastebėti nematomus objektus

Gravitational microlensing is a tool to observe invisible objects

Marius Maskoliūnas¹, Łukasz Wyrzykowski², E. Pakštienė¹, J. Zdanavičius¹, V. Čepas¹, R. Janulis¹, R. Adomavičienė¹, K. Šiškauskaitė¹, K. Howil², K. A. Rybicki², P. Zielinski², K. Kruszynska², M. Jabłonska², P. J. Mikołajczyk², M. Gromadzki², N. Ihanec², M. Sitek², M. Ratajczak², U. Pylypenko²

¹Vilniaus universiteto Teorinės fizikos ir astronomijos institutas

Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius, Lietuva

²Warsaw University Astronomical Observatory

Al. Ujazdowskie 4, 00-478 Warszawa, Poland

marius.maskoliunas@tfai.vu.lt

Iš žvaigždžių evoliucijos teorijos žinome, kad pačios mastviausios žvaigždės galiausiai virsta juodosiomis skylėmis (juodosiomis bedugnėmis), mažesnės masės – neutroninėmis žvaigždėmis ir jei evoliucijos pabaigoje likusi masė mažesnė už $1.33 M_{\odot}$, turime baltąją nykštukę (angl. White dwarf). Tai yra santykinai labai silpnos spinduliuotės, bet turintys masę mūsų galaktikos objektai ir tokių objektų turėtų būti labai daug. Problema ta, kad tokius objektus praktiškai sunku pastebėti net ir su pačiais galingiausiais teleskopais, negana to, dar reikia žinoti kur teleskopą nukreipus yra didesnė tikimybė objektą atrasti. Gravitacinis mikrolėšis yra fizikinis reiškinys kai tolimesnės žvaigždės šviesa yra sustiprinama prieš mus esančio nematomo objekto masės, kurią gali sukelti minėtos juodosios skylės, neutroninės žvaigždės, bet net ir baltosios nykštukės, kurių masės ženkliai mažesnės už Saulės. Vien tik juodųjų skylių, kurių masė lygi 5-15 Saulės masių, pagal Žvaigždžių evoliucijos teorija manoma, kad Paukščių Tako galaktikoje turi būti apie 20 milijonų [1].

Toks įvykis, kad nematomas objektas ir tolima ryški žvaigždė atsidurtu beveik tiksliai vienoje linijoje yra gana retas, todėl ir įvykį užfiksuoti nėra taip jau paprasta. Reikia pažymėti, kad mes stebime tolimos žvaigždės šviesą, o artimesnio kūno gravitacinis laukas ją sustiprina panašiai kaip lėšis. Dažniausiai gravitacinio mikrolėšio trukmė yra nuo kelių savaičių iki kelių mėnesių, bet kartais pasitaiko ir kelis metus trunkančio įvykio. Atrasti ir atpažinti mikrolėšį pakankamai sudėtingas uždavinys, bet laimei, astronomai šiai dienai plačiau naudoja įvairias dangaus apžvalgas, tame tarpe ir GAIA kosminio teleskopo. Nors GAIA sukurtas atlikti tikslius astrometrinius matavimus, mikrolėšių paieškai naudingas tuo, kad periodiškai skenuoja visą dangų ir užfiksuoja žvaigždės spindesio pakitimą laike. GAIA matavimai, priklausomai nuo objekto padėties danguje, dažniausiai yra 1 – 2 mėnesių intervalo, o tyrimams reikalingi vos ne kiekvienos nakties duomenys, todėl tęstiniuose stebėjimuose dalyvauja antžeminiai teleskopai išsidėstę po visą žemės rutulį. Be detalių tęstinių stebėjimų, kurie trunka nuo kelių mėnesių iki metų, Gaia stebėtus numanomus gravitacinių lėšių įvykius yra sudėtinga atskirti nuo eilinių žvaigždžių

šviesio pokyčių [2].

Gravitacinių lėšių Galaktikos diske tyrimai leidžia mums tirti nematomus objektus plačiame masių intervale. Lietuvos ir Lenkijos astrofizikai pasauliniu lygiu bendradarbiauja Paukščių tako Galaktikos disko gravitacinių mikrolėšių įvykių paieškose ir tyrimuose. Pagal Lietuvos mokslų tarybos (LMT) finansuojamą tarptautinį projektą *Lenkijos – Lietuvos juodųjų skylių paieška* (S-LL-19-2) 2019-2022 m. atlikome tęstinius mikrolėšių stebėjimus įvykiams *Gaia16aye* [3], *Gaia19bld* [4], *Gaia18cbf* [5], bendradarbiavimo rezultatai atsispindi recenzuojamuose aukšto mokslinio indekso publikacijose, paskutinis įvykis *Gaia19dke* [6] įteiktas.

Reikšminiai žodžiai: Gravitacinis mikrolėšis, žvaigždės, juodosios skylės, baltosios nykštukės, neutroninės žvaigždės, astrofotometrija

Literatūra

- [1] Gould A. 2000, Measuring the Remnant Mass Function of the Galactic Bulge, *ApJ*, 535, 928
- [2] Wyrzykowski L., et al. 2016, Black hole, neutron star and white dwarf candidates from microlensing with OGLE-III, *MNRAS*, 458, 3012
- [2] Wyrzykowski, L.; Mróz, P.; Rybicki, K. A. and 182 more *Full orbital solution for the binary system in the northern Galactic disc microlensing event Gaia16aye 2020A&A...633A..98W*
- [3] Rybicki, K. A.; Wyrzykowski, L.; Bachelet, E. and 66 more. *Single-lens mass measurement in the high-magnification microlensing event Gaia19bld located in the Galactic disc 2022A&A...657A..18R*
- [4] Kruszynska, K.; Wyrzykowski, L.; Rybicki, K. A. and 29 more. *Lens parameters for Gaia18cbf a long gravitational microlensing event in the Galactic plane 2022A&A...662A..59K*
- [5] Maskoliūnas, M.; Wyrzykowski, L.; Howil, K. and 74 more. *Lens mass estimate in the Galactic disk extreme parallax microlensing event Gaia19dke 2023arXiv230903324M* (Submitted to A&A)