

Prosto z nieba: Einstein w centrum Galaktyki

Coś niezwykle tajemniczego znajduje się w centrum naszej Galaktyki. To coś nie emituje światła, ale jest bardzo masywne (ponad 4 miliony M_{\odot}), a jednocześnie na tyle małych rozmiarów, że bez trudu zmieściłoby się wewnątrz orbity Merkurego. Astronomowie, którzy od lat analizują centrum Galaktyki, nazywają ten tajemniczy obiekt Sgr A*. Jest to najprawdopodobniej ogromna czarna dziura; jej parametry ustala się przez obserwacje trajektorii gwiazd, w szczególności bardzo ekscentrycznej orbity gwiazdy S2, która znajduje się najbliżej Sgr A*, krążąc wokół niej z okresem około 16 lat.

W maju 2018 roku S2 znalazła się w odległości 20 miliardów kilometrów (około cztery razy dalej niż odległość Słońce–Neptun) od Sgr A*, a jej przejście przez peribothron (po grecku *bothros* oznacza dziurę), było bardzo skrupulatnie obserwowane przez zespoły Europejskiego Obserwatorium Południowego w Chile. Wykorzystano cztery teleskopy VLT (Very Large Telescope) połączone w systemie interferometrii optycznej i wyposażone w system optyki adaptatywnej NACO (Nasmyth Adaptive Optics System [NAOS] – Near-Infrared Imager and Spectrograph [CONICA]). Obserwacje polegały na dokładnym pomiarze pozycji gwiazdy S2 na niebie zaprojektowanym do tego celu niezwykle czułym astrometrem GRAVITY. Obserwujący w tym samym czasie linie widmowe S2 spektrometr SINFONI mierzył, jak szybko gwiazda przemieszcza się w odniesieniu do Ziemi. W najszybszym momencie poruszała się ona z prędkością ponad 7600 km/s, czyli z 3% prędkości światła.

Efektom tej współpracy jest pomiar grawitacyjnego przesunięcia ku czerwieni światła gwiazdy S2 podczas jej ruchu wokół Sgr A*. Obserwacja zmiany długości fali fotonu pod wpływem pola grawitacyjnego lub, równoważnie, obserwacja zmiany tempa biegu

zegarów w miejscach o różnej sile pola grawitacyjnego jest jednym z klasycznych testów teorii grawitacji. W warunkach ziemskich pierwszy tego typu eksperyment został przeprowadzony przez Roberta Pounda i Glenna Rebkę w 1959 roku – pokazali oni, że w silniejszym polu grawitacyjnym (na parterze budynku laboratorium Jeffersona w Uniwersytecie Harvarda) zegar tyka wolniej w porównaniu do zegara w słabszym polu (na dachu budynku).

Podobnie do efektu Dopplera, którego doświadczamy w życiu codziennym, słysząc przesunięcie ku wyższym dźwiękom sygnału emitowanego przez zbliżającą się karetkę (oraz ku dźwiękom niższym, gdy karetką się od nas oddala), zmiana długości fali światła emitera znajdującego się w polu grawitacyjnym innego masywnego ciała zmienia się wraz z prędkością ruchu emitera – światło będzie bardziej niebieskie, gdy gwiazda-emiter porusza się w kierunku do Ziemi, i bardziej czerwone, gdy się od niej oddala.

Otrzymana dzięki astrometrii GRAVITY historycznie pierwsza obserwacja z pobliża masywnej czarnej dziury nie daje się wytłumaczyć „zwykłą” mechaniką Newtona i ruchem gwiazdy w euklidesowej (albo, jak mówią astronomowie, płaskiej) czasoprzestrzeni, natomiast bardzo dobrze odpowiada przewidywaniu modelu, w którym gwiazda porusza się w czasoprzestrzeni zakrzywionej dużą masą, i zgadza się z przewidywaniami ogólnej teorii względności. Planowane kolejne obserwacje gwiazdy S2 oraz poszukiwania świecących obiektów orbitujących jeszcze bliżej Sgr A* posłużą do przetestowania innych przewidywań teorii grawitacji, na przykład do pomiaru tempa rotacji centralnej czarnej dziury i efektów z tym związanych, takich jak „włoczenie” czasoprzestrzeni w kierunku ruchu rotacji (efekt Lense’a–Thirringa).

Michał BEJGER

Niebo w styczniu

Na początku każdego roku Ziemia przechodzi przez peryhelium, czyli najbliższy Słońcu punkt swojej orbity, a także przez resztki kometarne, tworzące rój meteorów Kwadrantydów. Przejście Ziemi przez peryhelium ma miejsce 3 stycznia, tak samo jak maksimum aktywności Kwadrantydów, promieniujących tylko przez dwa tygodnie, od 28 grudnia do 12 stycznia, z maksimum trwającym zaledwie kilka godzin. W zeszłym roku w obserwacjach tego roju przeszkadzała superpełnia Księżycy, w tym zaś warunki obserwacyjne Kwadrantydów są bardzo dobre, gdyż 6 stycznia Księżyc przejdzie przez nów, okraszony częściowym zaćmieniem Słońca o dużej fazie maksymalnej 71%. Niestety,

szczęście uśmiechnie się tylko do mieszkańców północnej części Pacyfiku, od Japonii do Aleutów – tym razem to oni będą mieli możliwość jego obserwacji. Maksimum Kwadrantydów prognozowane jest na około 3:20 naszego czasu, co jest dobrą wiadomością dla mieszkańców Europy. O tej porze radiant roju, znajdujący się na pograniczu gwiazdozbiorów Wolarza, Smoka i Herkulesa, jakieś 15° na wschód od ostatniej gwiazdy dyszla Wielkiego Wozu, wznosi się na wysokość około 40° nad północno-wschodnim widnokregiem. Prędkość zderzenia Kwadrantydów z naszą atmosferą wynosi 41 km/s, a w nocy maksimum można liczyć na ponad 130 zjawisk na godzinę.