

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 Glena 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 wyższemu dźwiękom sygnału emitowanego przez zbliżającą się karetkę (oraz ku dźwiękom niższym, gdy karetka 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 „wleczenie” 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 meteoroidów 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 Księżyca, 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 widnokretem. Prędkość zderzenia Kwadrantydów z naszą atmosferą wynosi 41 km/s, a w nocy maksimum można liczyć na ponad 130 zjawisk na godzinę.

W 2019 r. oprócz styczniowego czeka nas jeszcze całkowite zaćmienie Słońca 2 lipca oraz obrączkowe 26 grudnia, ale pasy widoczności obu zjawisk przebiegną jeszcze dalej od granic Polski. Zdarzą się również dwa zaćmienia Księżyca – i tym razem mamy więcej szczęścia, gdyż oba będą widoczne z naszego kraju. Już 21 stycznia Księżyc zanurzy się w cieniu Ziemi w całości. Srebrny Glob znajdzie się wtedy na pograniczu gwiazdozbiorów Bliźniąt i Raka, a zjawisko zacznie się w drugiej części nocy, od zaćmienia półcieniowego o 3:36, faza częściowa zacznie się o 4:34, całkowita – o 5:41, kończąc się o 6:43. Faza częściowa skończy się około godziny 7:50, w momencie zachodu Księżyca w środkowej Polsce, tuż po wschodzie Słońca. Mniej niż 8° na wschód od zaćmionego Księżyca znajdzie się znana gromada otwarta gwiazd M44, a 40° nad nim – Kometa Wirtanena (o niej więcej za chwilę), jest zatem okazja do wykonania efektownych zdjęć. Drugie z zaćmień – tym razem częściowe, o fazie 65% – zdarzy się 16 lipca wieczorem, ale o nim napiszę więcej za pół roku.

Jednak wydaje się, że najbardziej wyczekiwany przez astronomów zjawiskiem związanym ze Słońcem jest w tym roku przejście Merkurego na jego tle 11 listopada. Zjawisko zacznie się o 13:35 naszego czasu i potrwa do 19:04. Niestety, Słońce u nas zajdzie 3 godziny wcześniej, stąd z Polski da się obserwować tylko początek przejścia. W całości zobaczą je mieszkańcy Ameryki Południowej, wschodniej części Ameryki Północnej oraz wysp oblewających je oceanów, a także naukowcy i turyści na Antarktydzie. Kolejne takie zjawisko zdarzy się dopiero w 2032 r.

Jeśli sprawdzą się prognozy odnośnie komety 46P/Wirtanen, na początku roku wciąż pozostanie ona widoczna gołym okiem, choć wyraźnie zwolni swój ruch względem gwiazd, zwłaszcza w drugiej części miesiąca, przemierzając 20-kilka stopni na tle gwiazdozbiorów Rysia i Wielkiej Niedźwiedzicy, kończąc styczeń około 4° na północny zachód od gwiazdy 3. wielkości θ UMa. Kometa Wirtanena szybko oddala się już zarówno od Ziemi, jak i od Słońca, stąd warto wykorzystać styczniowy nów Księżyca do jej obserwacji. Kometa góruje między 1 a 2 w nocy na wysokości ponad 80° , a zatem na jej warunki obserwacyjne nie można narzekać.

Z planet Układu Słonecznego w styczniu niewidoczny jest Merkury, dążący do koniunktacji górnej ze Słońcem pod koniec miesiąca. Saturn spotka się ze Słońcem 2 stycznia i zacznie wylaniać się z zorzy porannej w ostatnich dniach miesiąca jako gwiazda o jasności $0,6^m$, przy średnicy tarczy $15''$, zaś 2 lutego zakryje go Księżyc w fazie 6%. W tym sezonie obserwacyjnym Saturn zakreśli zygzak niedaleko wianuszka gwiazd w północno-wschodniej części Strzelca oraz Plutona. Przez cały miesiąc na niebie porannym dość ciasną parę utworzą planety Wenus i Jowisz. Druga planeta od Słońca 6 stycznia znajdzie się w maksymalnej elongacji zachodniej, oddalając się od Słońca na 47° , a największa

z planet pokaże się po złączeniu ze Słońcem pod koniec listopada zeszłego roku. 22 stycznia Wenus minie Jowisza w odległości 2,5 stopnia. W trakcie miesiąca Wenus przejdzie od środka gwiazdozbioru Wagi, gdzie Jowisz był w zeszłym sezonie obserwacyjnym, poprzez Skorpiona do pogranicza Wężownika i Strzelca. W tym czasie jej jasność zmniejszy się od $-4,5$ do $-4,2^m$, tarcza – z 26 do $19''$, natomiast faza urośnie z 48 do 62%. Da się zauważyć przy tym zmianę nachylenia ekliptyki na niebie porannym na niekorzystne, przez co im bliżej wiosny, tym Wenus niżej nad widnokregiem, mimo wciąż dużej elongacji. W styczniu na godzinę przed świtem Wenus zdąży się wznieść na wysokość ponad 20° . Tymczasem Jowisz przeniesie się do gwiazdozbioru Wężownika, gdzie 3 lata temu znajdował się Saturn. W styczniu jasność planety wyniesie $-1,8^m$, a średnica jej tarczy – $33''$.

Na niebie wieczornym wyraźnie pogarszają się warunki obserwacyjne Neptuna, nieco wolniej – Marsa i Urana. W trakcie miesiąca Mars zmniejszy dystans do Urana z ponad 28 do 8° , jednocześnie słabnąc z $0,5$ do $0,9^m$ i kurcząc się z 7 do $6''$. Neptun przez cały miesiąc wędruje przez wnętrze trójkąta utworzonego przez gwiazdy 5. i 6., wielkości 81, 82 i 83 Aqr, mniej więcej w połowie drogi między jaśniejszymi o ponad 2^m gwiazdami λ i φ Aqr, sam świecąc blaskiem $+7,9^m$. Uran 7 stycznia zmieni kierunek ruchu na prosty, kończąc tym samym okres najlepszej widoczności w tym sezonie obserwacyjnym. Zwrotu dokona jakieś $75'$ od gwiazdy 4. wielkości o Psc, mając jasność $+5,8^m$.

Srebrny Glob zacznie i skończy miesiąc w postaci cienkiego sierpa, w towarzystwie pary planet Wenus–Jowisz. 1 i 2 stycznia w fazie, odpowiednio, 21 i 13% znajdzie się najpierw 8° na zachód, a później 4° na wschód od Wenus. Kolejnego poranka oświetlony w 7% dotrze na 2,5 stopnia od Jowisza. Już po nowiu, 10 i 11 stycznia, w fazie 18 i 25% spotka się z Neptunem, a dobę później, w fazie 34% przejdzie 7° pod Marsem. 14 stycznia Księżyc w I kwadrze minie Urana w odległości 5,5 stopnia. 17 stycznia wieczorem, już bliski pełni Księżyc przejdzie niecały stopień na północ od Aldebarana w Byku, zaś 23 stycznia nad ranem zabraknie mu $100'$ do Regulusa w Lwie. Wreszcie ostatniego dnia stycznia rano Księżyc ponownie w postaci cienkiego sierpa, w fazie 18%, znajdzie się między Wenus a Jowiszem, tworząc malowniczy układ.

W styczniu blisko maksimum swojej jasności znajdą się trzy mirydy, przekraczające granicę widoczności gołym okiem. Jeszcze w grudniu maksymalny blask osiągnęły χ Cygni oraz Mira Ceti i zwłaszcza druga z nich powinna być jeszcze całkiem jasna. Natomiast pod koniec miesiąca swoje maksimum osiągnie gwiazda R Leo, łatwa do odnalezienia jakieś 5° na zachód od Regulusa. R Leo może osiągnąć jasność nawet $+4,4^m$, a ponadto wyróżnia się wiśniową barwą, trudno ją zatem pomylić z inną gwiazdą.

Ariel MAJCHER