

Tekst oparty na publikacji Sarah Thiele i Aarona Boleya „Investigating the risks of debris-generating ASAT tests in the presence of megaconstellations”, arXiv:2111.12196, oraz publikacji Macy Huston „Antisatellite Tests Risk Catastrophic Collisions in a Crowded Low Earth Orbit”.

testu ASAT. Biorąc pod uwagę mniejsze fragmenty, o wielkości do 3 mm, prawdopodobieństwo to zbliża się do 100%! Dla porównania, w 2019 roku, gdy na LEO było tylko 3000 satelitów, prawdopodobieństwo jakiegokolwiek kolizji wynosiło jedynie 10%, a prawdopodobieństwo zderzenia z dużym fragmentem (>10 cm) zaledwie 0,05%.

Odłamki po testach broni ASAT stanowią więc poważne zagrożenie nie tylko dla funkcjonalności przyszłych satelitów, ale również zagrażają życiu astronautów przebywających na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Jeżeli testy tej broni nie zostaną wstrzymane, ludzkość może stracić na lata dostęp do niskiej orbity, a co za tym idzie, dostęp do globalnej komunikacji i możliwości przeprowadzania eksperymentów naukowych w przestrzeni kosmicznej.

*Anna DURKALEC*

Zakład Astrofizyki (BP4), Departament Badań Podstawowych, Narodowe Centrum Badań Jądrowych

## Niebo w czerwcu

Czerwiec jest miesiącem, w którym Słońce wędruje najwyżej nad widnokregiem, przekraczając podczas górowania wysokość  $60^\circ$ . Dzięki temu w czerwcu jest największa szansa na wystąpienie tzw. łuku okołohoryzontalnego (więcej o nim na angielskiej stronie: [www.atoptics.co.uk/cha2.htm](http://www.atoptics.co.uk/cha2.htm)), czyli małej, lecz intensywnej tęczy kilkanaście stopni nad horyzontem w okolicach południa, jeśli Słońcu na niebie towarzyszą chmury typu cirrus. Jednocześnie Słońce chowa się najpłycej pod widnokrąg w ciągu roku, a w północnej części Polski niebo jest wyraźnie rozjaśnione nawet w najciemniejszej części nocy. To oznacza najkorzystniejsze warunki na dostrzeżenie tzw. obłoków srebrzystych.

Astronomiczne lato na północnej półkuli Ziemi rozpocznie się 21 czerwca przed południem naszego czasu, gdy Słońce osiągnie najbardziej na północ wysunięty punkt ekliptyki. Cztery poranki wcześniej, 17 czerwca, zdarzy się najwcześniejszy wschód Słońca, a 8 dni później – najpóźniejszy zachód Słońca. A zatem jeszcze w czerwcu dnia zacznie ubywać zarówno rano, jak i wieczorem.

Podobnie jak to było w poprzednich miesiącach 2022 roku, czerwiec zacznie się dobrą widocznością Księżyca tuż po nowiu. Tym razem jednak zabraknie przy nim **Merkurego**. Pierwsza planeta od Słońca 16 dnia miesiąca osiągnie swoją maksymalną elongację zachodnią, ale wciąż niezbyt korzystnie ustawiona rano ekliptyka sprawi, że planeta zginie w zorzy porannej i Merkury w czerwcu pozostanie niewidoczny z dużych północnych szerokości geograficznych.

Pierwsze dwa dni czerwca Księżyc spędzi w gwiazdozbiórze Bliźniąt, zwiększając fazę od 5% do 10%. Jego odszukanie w tych dniach ułatwią dwie najjaśniejsze gwiazdy konstelacji, czyli Kastor i Polluks. Pierwszej doby czerwca Srebrny Glob znajdzie się w odległości  $17^\circ$  na godzinie 5 względem nich, dobę później kierunek zostanie zachowany, lecz Księżyc zbliży się na  $6^\circ$  do Polluksa. Kolejnego wieczora tarcza Księżyca zwiększy fazę do 16% i przeniesie się na pozycję w połowie drogi między Polluksem a gromadą otwartą M44 w Raku.

Srebrny Glob dotrze do gwiazdozbioru Lwa 5 czerwca, świecąc  $6^\circ$  od Regulusa, najjaśniejszej gwiazdy konstelacji, i jednocześnie zbliżając się do gwiazdy  $\eta$  Leonis. Tym razem jednak oba ciała niebieskie znikną z nieboskłonu, zanim dojdzie do zakrycia tej gwiazdy przez Księżyc. Dwa dni później Księżyc przejdzie przez I kwadrę, zajmując pozycję wciąż na tle gwiazdozbioru Lwa, jakieś  $9^\circ$  od Deneboli, drugiej co do jasności gwiazdy konstelacji, stanowiącej najbardziej na wschód wysuniętą gwiazdę głównej figury gwiazdozbioru przypominającej żelazko.

W dniach 9 i 10 czerwca Księżyc odwiedzi Spikę, najjaśniejszą gwiazdę Panny, świecąc za każdym razem około  $10^\circ$  od niej. Dobę później Srebrny Glob zbliży się na mniej więcej  $0,5^\circ$  do gwiazdy Zuben Elgenubi, drugiej co do jasności gwiazdy Wagi. Jednak jego przekraczająca 90% faza znacznie utrudni obserwację tego zblżenia.

Naturalny satelita Ziemi przejdzie przez pełnię 14 czerwca tuż po południu naszego czasu, a poprzedniej nocy dotrzyma towarzystwa Antaresowi, najjaśniejszej gwiazdzie Skorpiona, której charakterystyczna rdzawo-pomarańczowa barwa nie pozwala na pomylenie jej z innym ciałem niebieskim.

W nocy z 14 na 15 czerwca Księżyc wzejdzie około godziny 23, prezentując tarczę w ubywającej fazie 97%. Mniej więcej 60 minut później zza jej ciemnej krawędzi (choć przy takiej fazie można powiedzieć, że oba brzegi księżycowej tarczy są jasne) wyłoni się gwiazda 3. wielkości  $\tau$  Sagittarii. Jest to najjaśniejsza gwiazda, której odkrycie można obserwować z Polski w tym miesiącu.

Dopiero pod koniec drugiej dekady czerwca naturalny satelita Ziemi dotrze do obszaru nieba, gdzie przebywają planety Układu Słonecznego. Rankiem 18 i 19 czerwca Srebrny Glob w fazie odpowiednio 82% i 72% przejdzie kilka stopni od przebywającego na pograniczu gwiazdozbiórów Koziorożca i Wodnika, niecałe  $2^\circ$  od najjaśniejszej w Koziorożcu, choć na mapach nieba oznaczanej dopiero literą  $\delta$ , gwiazdy Deneb Algiedi Saturna. W tym momencie planeta świeci blaskiem  $+0,6^m$ , jej tarcza zaś ma średnicę  $18''$ .

Księżyc przejdzie przez ostatnią kwadrę 21 czerwca, zbliżając się jednocześnie do **Jowisza** na odległość  $9^\circ$ . Następnego ranka Srebrny Glob zmniejszy fazę do 40% i przeniesie się między Jowisza a **Marsa**, by 23 czerwca wyprzedzić już Czerwoną Planetę, świecąc w fazie 30%  $4^\circ$  na wschód od niej. W tych dniach Jowisz świeci blaskiem  $-2,4^m$ , przy średnicy tarczy  $40''$ . Jasność Marsa jest o prawie  $3^m$  mniejsza, a tarcza planety ma średnicę  $7''$  i wyraźną fazę 86%. Dwie godziny przed wschodem Słońca wszystkie trzy planety znajdują się na wysokości około  $20^\circ$ .

Mniej więcej  $10^\circ$  na wschód od **Saturna** swoją pętlę na niebie kreśli planetoida (4) Westa, szykująca się do opozycji 23 sierpnia. Osiągnie wtedy jasność około  $+5,8^m$ , czyli porównywalną z Uranem. W czerwcu planetoida wciąż porusza się ruchem prostym i znacznie miesiąc  $2,5^\circ$  od gwiazdy 6. wielkości 45 Aqr, by skończyć go pokonawszy  $5^\circ$ , jakies  $2,5^\circ$  na zachód od gwiazdy 4. wielkości  $\tau$  Aqr. W czerwcu Westa świeci z jasnością około  $+7^m$ , czyli wyraźnie jaśniej od Neptuna, ale wyraźnie słabiej od Urana, i do jej dostrzeżenia potrzebna jest przynajmniej lornetka. Przyda się też mapa jej sąsiedztwa.

Po minięciu planet Księżyc powędruje ku Słońcu, dążąc do nowiu, przez który przejdzie 29 czerwca. Trzy dni wcześniej można próbować odnaleźć bardzo cienki już jego sierp, w fazie zaledwie 8%, świecący mniej więcej  $2,5^\circ$  nad Wenus. Jednak jest to zbliżenie trudne do obserwacji, gdyż na pół godziny przed wschodem Słońca, a zatem na jasnym już niebie, oba ciała niebieskie zajmują pozycję na wysokości około  $10^\circ$ .

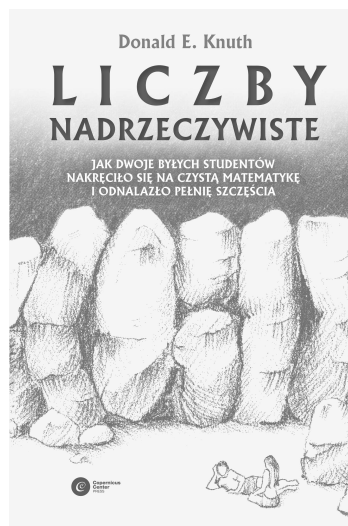
Jeśli natomiast wtedy uda się odnaleźć Księżyc (warto wspomóc się lornetką), to 27 czerwca można spróbować jeszcze trudniejszej sztuki, czyli odnalezienia Księżycyca w fazie jedyne 3%, jakies  $9^\circ$  na lewo od Wenus. Tutaj natomiast trzeba dysponować odpowiednio odsłoniętym widnokregiem i doskonałą przejrzystością powietrza.

W czerwcu **Wenus** ślizga się wzdłuż wschodniego widnokregu, przesuwając się na północ, i jej warunki obserwacyjne są trudne. Planeta przez cały miesiąc utrzymuje jasność około  $-3,9^m$ , średnica tarczy spadnie z  $14''$  do  $12''$ , faza zaś urośnie do 86%. Nie stanowi zatem atrakcyjnego celu dla posiadaczy teleskopów.

Jak co roku w czerwcu, maksimum swojej aktywności ma rój meteorów o nazwie **Bootydy Czerwcowe**. Rój ów promieniuje od 22 czerwca do 2 lipca, z maksimum aktywności 27 czerwca. Charakterystyczną cechą meteorów tego roju jest ich powolność, gdyż prędkość ich zderzenia z naszą atmosferą wynosi zaledwie 18 km/s, co czyni ten rój jednym z wolniejszych w całym roku. W maksimum aktywności można spodziewać się nawet 100 meteorów na godzinę. Radiant roju znajduje się mniej więcej w tym samym obszarze, co radiant styczniowych Kwadrantydów, czyli kilka stopni na północ od głównej figury Wolarza, a zatem w obszarze nieba, który u nas nigdy nie zachodzi. Około północy radiant zajmuje pozycję na wysokości około  $50^\circ$ , czyli jest to rój bardzo dobrze widoczny z Polski. W tym roku w jego obserwacjach nie przeszkodzi Księżyc, wschodzący wtedy nad ranem, a 27 czerwca tuż przed Słońcem w fazie bardzo cienkiego sierpa.

Ariel MAJCHER

## Donald Knuth, *Liczby nadrzeczywiste*



**Na początku była pustka, aż J.H.W.H. Conway począł stwarzać liczby.** Jest to pierwsze zdanie umieszczone na tajemniczym kamieniu, który para byłych studentów odnajduje na plaży pewnej rajskiej wyspy. No dobrze, przyznajmy: wyspa jest fikcyjna, studenci są fikcyjni, kamień jest fikcyjny – ale liczby stworzone przez Johna Conwaya są zupełnie rzeczywiste, a nawet *nadrzeczywiste*. Każda z nich odpowiada parze  $(X_L, X_R)$ , gdzie  $X_L$  i  $X_R$  są zbiorami. . . innych liczb nadrzeczywistych, takimi że żadna liczba z lewego zbioru **nie jest większa-równa** od żadnej liczby prawego zbioru. Z kolei liczba  $y = (Y_L, Y_R)$  **jest większa-równa** od  $z = (Z_L, Z_R)$ , jeśli  $z$  **nie jest** większy-równy od żadnego elementu  $Y_R$ , a żaden element  $Z_L$  **nie jest** większy-równy od  $y$ . Brzmi jak definicyjny wąz zjadający własny ogon, ale to tylko pozory! Wystarczy wierzyć w istnienie zbioru pustego, by przedstawione dwie reguły powołały do życia świat liczb dalece bogatszy od dobrze nam znanego zbioru liczb rzeczywistych.

Conway opowiedział o swojej błyskotliwej konstrukcji Donaldowi Knuthowi, który tak bardzo zachwycił się koncepcją, że postanowił opisać liczby nadrzeczywiste i ich wybrane własności w niezwykle oryginalnej formie swojego „antypodęcznika” (jak sam pisze o swojej książce), którego czytelnicy wraz z głównymi bohaterami odkrywają radości (a czasem również frustracje) twórczej pracy matematycznej.

Przyklaskujemy pomysłowi Copernicus Center Press wprowadzenia tej pozycji na polski rynek wydawniczy, a zachowującemu lekkość oryginału tłumaczeniu Tomasa Millera stawiamy solidne

$\{\{\{\{\{\{\{\(\emptyset, \emptyset)\}, \emptyset)\}, \emptyset)\}, \emptyset)\}, \emptyset)\}$ .