



Odpowiedź w numerze.

Przez ponad 250 lat, używając zarówno „tradycyjnych” metod matematycznych, jak i programów komputerowych, matematycy nie zdołali udowodnić ani obalić tej hipotezy. Sprawdzono ją jednak, oczywiście za pomocą metod komputerowych, dla liczb parzystych mniejszych od  $10^{18}$  – umiemy przedstawić te liczby jako sumy dwóch liczb pierwszych. Te wyniki obliczeniowe skłaniają matematyków do wiary w prawdziwość hipotezy Goldbacha, ale dopóki nie będzie dowodu, nigdy nie wiadomo, co może się zdarzyć.

A co z liczbami nieparzystymi? Tak zwana słaba hipoteza Goldbacha mówi, że każdą liczbę nieparzystą większą niż 5 można przedstawić jako sumę trzech liczb pierwszych. Czytelnik Wnikliwy sprawdzi, że słaba hipoteza faktycznie wynika z tej dla liczb parzystych. Niestety, słabszej wersji także, jak dotąd, nie udało się rozstrzygnąć.

Na koniec – wracając do problemów, które powinny przynieść Czytelnikom więcej radości niż frustracji – zagadka. 30 jest największą liczbą, dla której wszystkie mniejsze od niej i względnie pierwsze z nią są liczbami pierwszymi. Jakie są inne takie liczby i dlaczego nie ma większych?

Małą Deltę przygotowała Maria DONTEN-BURY

## Prosto z nieba: Przyszłość Cyg X-1

Jeszcze zanim pierwsze teleskopy satelitarne umożliwiły zajrzenie w przestrzeń kosmiczną w czasach, gdy technologie kosmiczne wykorzystywane były przeważnie na potrzeby zimnej wojny, energetyczne promieniowanie pochodzące z gwiazd badano licznikami Geigera wynoszonymi w wyższe warstwy atmosfery przez suborbitalne rakiety, które, obracając się wokół własnej osi, skanowały niebo. Jednym z pierwszych odkrytych tą metodą obiektów (1964 r.) był Cyg X-1, znajdujący się w gwiazdozbiornie Łabędzia w okolicy  $\eta$  Cygni, w dolnej części „krzyża” tworzonego przez najjaśniejsze gwiazdy tej konstelacji. W kwietniu Łabędź widoczny jest na północnym wschodzie, w drugiej połowie nocy. Szybko ustalono, że w miejscu, z którego pochodzi promieniowanie rentgenowskie, znajduje się niebieski nadolbrzym typu widmowego O, nazwany HDE 226868. Z teorii budowy i ewolucji wynika jednak, że gwiazdy tego typu nie są w stanie emitować tak znacznych ilości fotonów X. Sprzeczność jest na szczęście pozorna i łatwa do wytłumaczenia – analizując zachowanie się linii widmowych w zależności od energii, astronomowie ujawnili istnienie świecącego słabo w świetle widzialnym towarzysza związanego z nadolbrzymem grawitacyjnie i powodującego zmiany widma z okresem orbitalnym (efekt Dopplera). Ów drugi, jasny rentgenowsko składnik układu, otoczony jest dyskiem akrecyjnym powstającym z materii „ściąganej” z HDE 226868, ma niewielkie rozmiary, ok. 50 km, oszacowane na podstawie zmienności czasowej promieniowania rentgenowskiego, oraz znaczną masę, rzędu 15 mas Słońca – parametry te jednoznacznie kwalifikują go jako czarną dziurę.

Mimo że rychło Cyg X-1 stał się powszechnie uznawanym „empirycznym dowodem” potwierdzającym teorię Einsteina, w 1975 roku klasyki teorii grawitacji, Kip Thorne i Stephen Hawking, zawarli głośny zakład o „istnienie (bądź nie)

astrofizycznych czarnych dziur”. Hawking, który większość swojej kariery poświęcił studiowaniu czarnych dziur, przekornie przyjął rolę sceptyka, kwestionując jakość obserwacji Cyg X-1: wygrywając zakład, miał *na pocieszenie* otrzymać od Thorne’a 4 lata prenumeraty magazynu satyrycznego *Private Eye*; jednak zaledwie kilkanaście lat później, mając już do dyspozycji o wiele więcej doskonałych obserwacji, przyznał się (z pewnością bez cienia żalu) do przegranej.

Dorośli Czytelnicy zechcą sami sprawdzić, co w nagrodę otrzymał Thorne.

Niedawne pomiary odległości przy użyciu sieci teleskopów radiowych VLBA umożliwiają dokładne oszacowanie parametrów obu składników – zwłaszcza jasności, która jest w astronomii ściśle związana z pomiarem odległości – a także, co jeszcze ciekawsze, analizę ich przyszłych losów. Według przeprowadzonych symulacji Cyg X-1 przekształci się w ciągu następnych 3 milionów lat w ciasny, relatywistyczny układ czarna dziura–gwiazda neutronowa [1]. W odróżnieniu od układów podwójnych *dwu gwiazd neutronowych*, których radioastronomowie odkryli już kilka, nie znamy ani jednego układu „mieszanego” z czarną dziurą. Może to np. oznaczać, że z jakiegoś powodu występują one w przyrodzie bardzo rzadko. Byłaby to niewesoła wiadomość dla poszukiwaczy fal grawitacyjnych, gdyż właśnie relatywistyczne układy podwójne złożone z obiektów różnych typów stanowią główne źródło takich fal o możliwych do zaobserwowania częstościach. Czy naprawdę jest się czym martwić, zobaczymy za kilka lat – następna generacja detektorów (Advanced Virgo i LIGO) zacznie obserwacje w 2015 r.

Michał BEJGER

[1] <http://news.sciencemag.org/sciencenow/2011/08/the-fate-of-the-first-black-hole.html>



Która liczba jest większa?

$$G = (\log_2 2011)^{\log_2 2011} \quad \text{czy} \quad H = 2011^{\log_2 \log_2 2011}$$