

Prosto z nieba: Żarłoczna czarna dziura



- [1] <http://www.astro.ucla.edu/~ghezgroup/gc/pictures/orbitsOverImage10.shtml>
[2] http://www.nasa.gov/mission_pages/swift/bursts/devoured-star.html

Dokładne pomiary ruchu gwiazd w okolicach centrum Naszej Galaktyki (obszaru Sgr A*, znajdującego się w gwiazdozbiornie Strzelca) pozwoliły w ciągu ostatniego dziesięciolecia na oszacowanie masy znajdującego się tam tajemniczego, niewidzialnego obiektu. Otrzymany wynik – 4 miliony mas Słońca – oraz niewielki dopuszczalny przez obserwacje rozmiar tego obiektu (porównywalny z rozmiarem Układu Słonecznego), a także jego bardzo mała jasność – a właściwie całkowity brak obserwacji dochodzącego stamtąd promieniowania – sugerują, że mamy do czynienia z tzw. *supermasywną* czarną dziurą [1]. Współczesna teoria powstawania struktur kosmicznych przewiduje, że każda galaktyka zawiera podobną, a często o rzędy wielkości masywniejszą czarną dziurę: rekordzistki mogą ważyć nawet miliard mas Słońca! Nie trzeba dodawać, że przebywanie zbyt blisko horyzontu czarnej dziury może skończyć się tragicznie – według modeli teoretycznych „zwykła”, podobna do Słońca gwiazda zostanie tam po prostu rozerwana na kawałki przez potężne siły pływowe. Astronomowie szacują, że zdarza się to w przeciętnej galaktyce średnio raz na 10 tysięcy lat, dlatego z wielkim zainteresowaniem przyjęto wiadomość, że przed paroma miesiącami satelita *Swift* zaobserwował [2] po raz pierwszy w historii dokładnie takie zjawisko.

Detektory *Swifta* zostały zaprojektowane do wykrywania błysków gamma – wysokoenergetycznych wybuchów związanych z powstawaniem supernowych i kolapsem grawitacyjnym, a pośrednio także z gwałtownymi obyczajami czarnych dziur. Rozbłysk nazwany Swift J1644+57 powstał w galaktyce odległej od naszej o ok. 4 miliardy lat świetlnych (widocznej z Ziemi w gwiazdozbiornie Smoka). W odróżnieniu od zwykłych, pojedynczych błysków gamma powtórzył się on parokrotnie, co skłoniło naukowców do zaproponowania hipotezy destrukcji gwiazdy orbitującej wokół czarnej dziury dwukrotnie masywniejszej od tej w Naszej Galaktyce. Część materii gwiazdy została natychmiast wciągnięta pod horyzont, a reszta utworzyła przejściowy dysk akrecyjny oraz wąską, relatywistyczną strugę (dżet) cząstek rozpędzonych do prędkości bliskiej prędkości światła. Odrobina szczęścia sprawiła, że to właśnie krótkotrwałe, wysokoenergetyczne promieniowanie dżetu udało się zarejestrować *Swiftowi*.

Michał BEJGER

Metoda wyznaczników

Jeśli chcemy rozwiązać układ równań – taki zwykły, dwa równania liniowe z dwiema niewiadomymi – za pomocą komputera, całkiem wygodnie jest użyć metody wyznaczników. Powiedzmy, że nasz układ wygląda tak:

$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1, \\ a_2x + b_2y = c_2, \end{cases}$$

przy czym współczynniki a_i , b_i i c_i są całkowite.

Korzystając ze wspomnianej metody, należy obliczyć trzy wyznaczniki, które zwyczajowo oznacza się jako W , W_x i W_y :

$$W = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1b_2 - a_2b_1,$$
$$W_x = \begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix} = c_1b_2 - c_2b_1,$$
$$W_y = \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix} = a_1c_2 - a_2c_1.$$

Zauważmy, że jeśli wszystkie współczynniki były całkowite, to obliczone wyznaczniki także są całkowite. Obliczywszy te trzy wartości, mamy już właściwie gotowe rozwiązanie. Przypomnijmy: jeśli $W \neq 0$, to układ ma jedno rozwiązanie:

$$x = \frac{W_x}{W}, \quad y = \frac{W_y}{W}.$$

Jeśli $W = 0$ i $W_x = W_y = 0$, to układ ma nieskończenie wiele rozwiązań, a w przeciwnym przypadku ($W = 0$ i któryś z wyznaczników W_x, W_y jest niezerowy) układ jest sprzeczny, czyli nie ma rozwiązań.

Przykładowo, zobaczmy, jak działa podana metoda dla poniższego, trochę nietypowego układu równań:

$$\begin{cases} 0x + 0y = 0, \\ 0x + 0y = 1. \end{cases}$$

Łatwo sprawdzamy, że wówczas $W = W_x = W_y = 0$, czyli układ ma nieskończenie wiele rozwiązań. Problem polega na tym, że trudno jest właściwie wskazać jakiegokolwiek z tych nieskończenie wielu rozwiązań. Coś tu nie gra!

Najwyraźniej zapomnieliśmy o jakichś dodatkowych uwarunkowaniach wykorzystywanej metody. Jak w takiej sytuacji poradzi sobie informatyk? To proste: wpisze w ulubioną wyszukiwarkę internetową hasło „metoda wyznaczników” i przejrzy pierwszych kilka wyników wyszukiwania. Niestety, lektura tak znalezionych stron internetowych nie rozwiązuje naszej zagadki – najwyraźniej zastosowaliśmy metodę wyznaczników zupełnie poprawnie. A więc co jest nie tak?

Jakub RADOSZEWSKI