

Odkrycie, którego jeszcze nie było

Mają rozmiar Warszawy, masę pół miliona mas Ziemi, są oddalone od naszej planety o tysiące lat świetlnych i obracają się niezwykle szybko. Ponieważ ich pole magnetyczne jest nawet miliardy razy silniejsze od ziemskiego, stanowią charakterystyczne źródła fal radiowych o bardzo stabilnych częstotliwościach. Mowa tu oczywiście o pulsarach, czyli szczególnym rodzaju gwiazd neutronowych, odkrytych ponad pół wieku temu przez Jocelyn Bell.

Można powiedzieć, że pulsary stanowią wykrywalne i bardzo stabilne radiowe „zegary” galaktyczne. Czterdzieści pięć z nich było przedmiotem ponaddwunastoletnich badań prowadzonych przez zespół North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves (NANOGrav). Ponad setka astrofizyków, głównie z USA i Kanady, przyglądała się temu, na ile stabilne w czasie są częstotliwości sygnału nadawanego przez te pulsary, mając nadzieję, że fale grawitacyjne – niewielkie okresowe odkształcenia czasoprzestrzeni – spowodują na pozór losowe przesuwanie się rejestrowanej częstotliwości wokół wartości średniej.

W zebranych i przeanalizowanych danych zespół NANOGrav znalazł intrygujący sygnał o niskiej częstotliwości, niewykluczone, że pochodzący od fal grawitacyjnych. Fale te mogłyby być wytwarzane przez pary supermasywnych czarnych dziur – każda o masie nawet miliarda mas Słońca – krążących wokół siebie w galaktykach oddalonych od Ziemi o miliony lat świetlnych. Obserwacja fal grawitacyjnych z tych źródeł pozwoliłaby zrozumieć, jak takie czarne dziury i ich galaktyki macierzyste rosną i ewoluują.

Efekt jest jeszcze zbyt słaby, aby mówić o odkryciu w ścisłym znaczeniu tego słowa. Na pewno NANOGrav był w stanie wykluczyć niektóre efekty inne niż fale grawitacyjne, takie jak wpływ materii naszego Układu Słonecznego lub pewne błędy w zbieraniu danych. Z tego względu bezpośrednia detekcja nowej klasy fal grawitacyjnych wydaje się możliwa w ciągu najbliższych kilku lat, jeśli zwiększyć liczbę obserwowanych pulsarów i czas obserwacji.

Czy coś może pójść nie tak? Niestety, jak najbardziej. 1 grudnia 2020 roku miała miejsce spektakularna katastrofa. Wążąca niemal 1000 ton platforma instrumentów ponadtrzystumetrowego radioteleskopu w Arecibo w Puerto Rico zawałowała się i spadła do wnętrza jego czaszy, mieszczącej się w naturalnym, wulkanicznym kraterze. To ten właśnie radioteleskop był jednym z głównych źródeł danych dla NANOGrav, który musi teraz znaleźć alternatywne możliwości, najprawdopodobniej dzięki rozszerzeniu międzynarodowej współpracy.

Oczywiście odkrycie fal grawitacyjnych nie jest niczym (bardzo) nowym. W 2015 roku LIGO dokonało pierwszej bezpośredniej obserwacji fal grawitacyjnych pochodzących ze zderzających się czarnych dziur. LIGO i jego odpowiedniki: Virgo w Europie i Kagra w Japonii, wykorzystują specjalnie zbudowane interferometry do wykrywania fal grawitacyjnych o wysokiej częstotliwości. Sygnał badany przez NANOGrav jest zupełnie inny: pochodzi od dziesiątek par obiektów znajdujących się „w tle”, a częstotliwość poszukiwanych fal grawitacyjnych jest o wiele rzędów wielkości mniejsza i sięga nanoherców, co odpowiada okresowi oscylacji rzędu kilkudziesięciu lat!

Informacja o możliwym zbliżającym się odkryciu zelektryzowała, oczywiście, fizyków teoretycznych. Jak grzyby po deszczu pojawiły się prace łączące dane NANOGrav ze strunami kosmicznymi, pierwotnymi czarnymi dziurami czy gwałtownymi przejściami fazowymi we wczesnym Wszechświecie. Natychmiast zorganizowano liczne konferencje – w przerwach jednej z nich powstaje ten tekst. Jak na odkrycie, którego – jeszcze! – nie było, znalazło ono bardzo duży oddźwięk w świecie naukowym.

Krzysztof TURZYŃSKI

Z. Arzoumanian *et al.*, *The NANOGrav 12.5-year Data Set: Search For An Isotropic Stochastic Gravitational-Wave Background*, *Astrophysical Journal Letters* **905** (2020)

