

# Nobel z fizyki za fale, które wstrząsnęły Wszechświatem

Tegoroczną Nagrodę Nobla przyznano Rainerowi Weissowi, Barry C. Barishowi i Kipowi S. Thorne, dzięki którym powstał detektor LIGO i po raz pierwszy zaobserwowano fale grawitacyjne – echo zderzenia odległych czarnych dziur.

Połowę nagrody pieniężnej (9 milionów koron szwedzkich, czyli 4 miliony złotych) otrzyma Rainer Weiss, drugą połowę podzielią się Barry C. Barish i Kip S. Thorne.

Istnienie fal grawitacyjnych przewidział już Albert Einstein w ogólnej teorii względności opublikowanej 20 marca 1916 roku. Jednak po raz pierwszy udało się je zaobserwować dopiero 14 września 2015. Wówczas dotarły do Ziemi fale grawitacyjne wywołane przez zderzenie dwóch czarnych dziur (jedna o masie 29, a druga 36 mas Słońca), oddalonych od nas o 1,3 miliarda lat świetlnych. Tuż przed zderzeniem zbliżały się one do siebie z prędkością równą połowie prędkości światła (150 000 kilometrów na sekundę). Powstała czarna dziura 62 razy cięższa niż Słońce – brakujące 3 masy Słońca to energia wypromieniowanych fal grawitacyjnych. Jako że fale grawitacyjne rozchodzą się z prędkością światła, to kiedy zdarzył się ten kosmiczny kataklizm, na naszej planecie żyły tylko prymitywne organizmy jednokomórkowe.

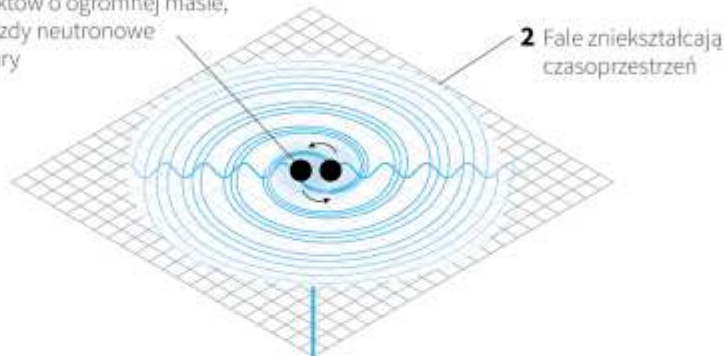
# Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki

Trzej naukowcy zostali laureatami tegorocznej Nagrody Nobla z fizyki, za „decydujący wkład w detektor LIGO i obserwacje fal grawitacyjnych”.

Fale grawitacyjne, których istnienie wiek temu przewidział Albert Einstein, po raz pierwszy zostały zaobserwowane w 2015 r. w ośrodku LIGO.

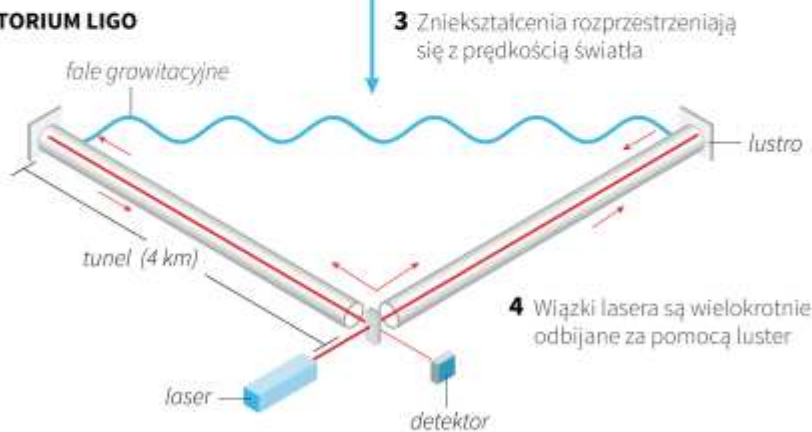
## OBSERWACJA FAL GRAWITACYJNYCH

**1** Silne fale grawitacyjne powstają podczas zderzenia obiektów o ogromnej masie, takich jak gwiazdy neutronowe lub czarne dziury



**2** Fale zniekształcają czasoprzestrzeń

## OBSERWATORIUM LIGO



**3** Zniekształcenia rozprzestrzeniają się z prędkością światła

**4** Wiązki lasera są wielokrotnie odbijane za pomocą lustro

**5** Na skutek zniekształceń czasoprzestrzeni tunele zmieniają swoją długość i światło lasera musi pokonać krótszą lub dłuższą drogę. Mierzony jest czas dotarcia impulsów do detektora. Różnice przy dużych zniekształceniach mają wielkość ułamka jądra atomu.

Źródło: Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory, Fundacja Nobla, PAP, DPA



Choć fale grawitacyjne odebrane z tak wielkiej odległości są bardzo słabe, potwierdzenie ich istnienia może oznaczać przewrót w astrofizyce. Pozwalają bowiem w zupełnie nowy sposób obserwować najbardziej gwałtownie zjawiska kosmiczne i poszerzać granice naszej wiedzy. Badania nad nimi umożliwił interferometr LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory) – wspólny projekt 1300 badaczy z ponad 20 krajów (w tym z Polski). Idea zbudowania takiego urządzenia ma niemal 50 lat, a do jej urzeczywistnienia szczególnie przyczynili się tegoroczni laureaci. (Natomiast Weiss, w czasie wtorkowej

rozmowy telefonicznej podczas uroczystości ogłoszenia nazwisk laureatów w Sztokholmie podkreślił, że nagrodę postrzega „jako uznanie dla pracy tysiąca ludzi”).

W połowie lat 70. XX wieku Rainer Weiss przeanalizował potencjalne źródła zakłóceń, mogących zaburzać prowadzenie pomiarów fal grawitacyjnych. Zaprojektował również odpowiedni detektor – laserowy interferometr. Już wówczas Kip Thorne i Rainer Weiss byli przekonani, że fale grawitacyjne uda się wykryć.

Fale te powstają zawsze, gdy jakaś masa przyspiesza – zarówno w przypadku wykonującego piruet łyżwiarza, jak i pary okrążających się nawzajem czarnych dziur. Gdy taka fala przenika przez Ziemię, wszystko na niej minimalnie zmienia swoje wymiary. Jednak nawet fale wytwarzane przez czarne dziury są tak słabe, że Einstein uważał ich wykrycie za niemożliwe. W rzeczywistości okazało się to „tylko” bardzo trudne – potrzeba było pary ogromnych interferometrów laserowych, oddalonych od siebie o 3 tysiące km, aby wykryć zmianę długości interferometrów, tysiące razy mniejszą od rozmiarów jądra atomowego. Każdy z detektorów (jeden w stanie Waszyngton, drugi – w Luizjanie) ma dwa tunele w kształcie litery L. Długość takiego tunelu to 4 kilometry. W ich wnętrzu odbijają się wiązki laserowa, a odpowiednia aparatura sprawdza, czy długość jednego ramienia nie zmieniła się w stosunku do drugiego. Zwykle wyniki pomiaru są takie same – chyba, że fala grawitacyjna odkształci czasoprzestrzeń.

Wszystkie znane rodzaje promieniowania elektromagnetycznego i cząstek elementarnych – w tym promieniowanie kosmiczne – znalazły już zastosowanie w badaniach Wszechświata. Jednak właściwości fal grawitacyjnych pozwalają na bezpośrednią obserwację zaburzeń czasoprzestrzeni, otwierając zupełnie nowe perspektywy w astrofizyce.

Możemy się spodziewać wielu nowych odkryć dokonanych dzięki nieuchwytnym dotychczas falom. Pierwszym było samo odkrycie

podwójnego układu czarnych dziur, których trwające 0,12 sekundy zderzenie zarejestrowano 14 września 2015. Czarne dziury nie generują światła ani fal radiowych – za to mogą wytwarzać fale grawitacyjne. Możliwe, że uda się wykrywać także zderzenia gwiazd, rotujące gwiazdy neutronowe czy wybuchy supernowych. (PAP)