

Anna Pałamar
Centrum Europejskie UW

Dokąd prowadzi nas współczesna fizyka? O pożytkach płynących z odkrycia fal grawitacyjnych.

Próba odpowiedzi na to poważne i profesjonalne pytanie przez studentkę humanistycznego kierunku, która kontakt z fizyką zakończyła na początku liceum, zakrawa o arogancję. Jednak esej jest formą literacką, prezentującą refleksje i punkt widzenia autora, dlatego jako namiętna czytelniczka literatury science-fiction, zaintrygowana niektórymi problemami współczesnej fizyki, postaram się z powyższym pytaniem zmierzyć.

We wrześniu 2016r. ogłoszono teorię o odkryciu fal grawitacyjnych, co odbiło się szerokim echem w mediach. Sukces określono dumnie mianem największego odkrycia fizyki XXI wieku (choć XXI wiek ledwo się rozpoczął i nie wiadomo co jeszcze nam przyniesie). Fizycy uważają, że gdy wyniki badań zostaną powtórzone, odkrycie fal grawitacyjnych (FG) będzie osiągnięciem na miarę Nobla. Podobno FG są wszechobecne, ale niezwykle trudne do uchwycenia. Udało się je odkryć dzięki kosmicznemu wydarzeniu o olbrzymiej energii, której nasza cywilizacja dotychczas nie zarejestrowała. Fale grawitacyjne nadleciały do nas z galaktyki oddległej o 1,3 mld lat świetlnych, w której połączyły się ze sobą dwie czarne dziury, tworząc większą czarną dziurę o masie kilkadziesiąt razy większej niż masa Słońca. Podczas zderzenia część masy (równa trzem masom Słońca) przekształciła się w energię w postaci fal grawitacyjnych. Żeby uświadomić sobie jak wielka to energia, wystarczy trzy masy Słońca wyrażone w kg ($3 \cdot 2 \cdot 10^{30}$) pomnożyć przez prędkość światła podniesioną do kwadratu $(300.000.000\text{m/s})^2$ - zgodnie ze słynnym wzorem Einsteina $E=mc^2$.

Fala grawitacyjna była tak silna, że po przebyciu 1,3mld lat świetlnych jeszcze wyróżniała się z szumu, co umożliwiło jej zaobserwowanie przez astrofizyków z amerykańskiego obserwatorium LIGO i europejskiego VIRGO.

Ciekawe, że ogólna teoria względności, stworzona przez Alberta Einsteina i ogłoszona w 1916r., przewidywała fale grawitacyjne. Świadczy to o geniuszu wybitnego fizyka, bowiem nie po raz pierwszy skomplikowane eksperymenty badawcze potwierdzają słuszność jego teorii. Zgodnie z nią siła grawitacji wynika z zakrzywienia czasoprzestrzeni, wywołanego przez zniekształcającą ją masę, zaś fale grawitacyjne to nic innego jak vibracje czasoprzestrzeni spowodowane np. jakąś kosmiczną katastrofą. Proces zlewania się czarnych dziur był silnym źródłem fal grawitacyjnych, odebranych przez detektory w obserwatoriach jako ślad kosmicznej katastrofy. Po 100 latach od ogłoszenia ogólnej teorii względności odkryliśmy FG przewidziane przez teorię. Fale grawitacyjne można sobie wyobrazić jako „zmarszczki” czasoprzestrzeni, rozprzestrzeniające się z prędkością światła. Niestety, trudniej wyobrazić sobie czasoprzestrzeń czterowymiarową (trzy normalne wymiary przestrzeni i czwarty – czas).

Zaskakująca jest niesłychana czułość detektorów do rejestracji FG. David Blair w książce pt. „Zmarszczki na kosmicznym morzu” porównuje poszukiwanie fal grawitacyjnych do nasłuchiwania vibracji, wywołanych przez pukanie do drzwi, z odległości 10 tysięcy kilometrów. Detektory FG rejestrują efekt porównywalny z upadkiem szpilki po drugiej stronie naszej planety.

Ważnym aspektem każdego odkrycia jest jego zastosowanie w praktyce. Gdy szkocki fizyk James Clerk Maxwell w 1861r. jako pierwszy przewidział istnienie fal elektromagnetycznych, a kilka lat później inny niemiecki fizyk Heinrich Hertz dokonał ich

pierwszej emisji i odbioru, nikt nie spodziewał się, jak szerokie zastosowanie w nauce, przemyśle i życiu codziennym znajdzie to odkrycie. Dziś nie wyobrażamy sobie życia bez radia, telewizji, Internetu, telefonu komórkowego, kuchenki mikrofalowej czy aparatu rentgenowskiego. Fale elektromagnetyczne różnego rodzaju (w zależności od ich częstotliwości) mają zastosowanie m.in. w energetyce, telekomunikacji, radiolokacji, medycynie, grzejnictwie, radioastronomii. Nie sposób wyszczególnić wszystkich dziedzin ich zastosowania, towarzyszą nam i pomagają na każdym kroku.

Można założyć, że odkrycie fal grawitacyjnych spowoduje co najmniej podobną rewolucję w nauce oraz znajdzie praktyczne zastosowania poza nią. Słynny współczesny astrofizyk Stephen Hawking, gratulując zespołowi LIGO ich przełomowego odkrycia, powiedział, że kryje ono w sobie potencjał zrewolucjonizowania astronomii, bowiem oprócz możliwości badania czarnych dziur, FG dadzą nam wgląd w najwcześniejszą historię wszechświata. Niezakłócone przez opór materii fale grawitacyjne przekazują niezwykle czytelne informacje na temat źródeł, z których pochodzą.

Na razie o wszechświecie więcej nie wiemy niż wiemy. Puśćmy zatem wodze fantazji, być może:

- Uzyskując informacje o najwcześniejszej historii wszechświata sięgniemy do okresu sprzed Big Bangu. Czy to jeszcze fizyka, czy już filozofia lub naiwna spekulacja?
- Uda się zarejestrować fale grawitacyjne, które musiał wygenerować Wielki Wybuch. Co to będzie oznaczać dla kosmologii?
- Zbadamy ciekawe ciała niebieskie – czarne dziury i gwiazdy neutronowe (najgęstsze obiekty w kosmosie, gęstsze niż jądra atomowe! Na razie nie wiemy co się kryje w ich głębinach).
- Uda się wreszcie zrealizować marzenie Alberta Einsteina i rozszerzyć ogólną teorię względności tak, by powstała jednolita teoria łącząca elektromagnetyzm z grawitacją. Czy będzie to koniec wielkich odkryć fizyki? A może nowy początek?
- Uzyskamy nowe narzędzia do badania kosmosu, o zupełnie innej jakości, bo fale grawitacyjne w przeciwieństwie do fal elektromagnetycznych nie ulegają zniekształceniu przy przechodzeniu przez ośrodki materialne. Zmusimy przyrodę do podzielenia się jej tajemnicami!
- Udoskonalenie detektorów FG i podwyższenie ich czułości pozwoli sięgnąć do bardziej subtelnych zmarszczek czasoprzestrzeni niż tych spowodowanych kosmicznymi katastrofami.
- Zagrozi nam nowe niebezpieczeństwo, kiedy połączenie czarnych dziur zdarzy się bliżej Ziemi i wywoła zaburzenia czasoprzestrzeni o silnej skali, np. zakłóci ruch orbitalny planet wokół Słońca.

W 1964r. rosyjski astronom Nikołaj Kardaszew zaproponował następującą klasyfikację zaawansowania technologicznego cywilizacji:

- Poziom 0 – aktualny stan cywilizacji ziemskiej
- Poziom 1 – cywilizacja wykorzystująca energię porównywalną z tą, która jest dostarczana planecie przez jej gwiazdę
- Poziom 2 – cywilizacja wykorzystująca energię porównywalną z tą, która jest emitowana przez macierzystą gwiazdę

- Poziom 3 – cywilizacja zdolna do wykorzystywania energii porównywalnej z energią emitowaną przez galaktykę.

Oby odkrycie fal grawitacyjnych przyspieszyło nasz przeskok do wyższego poziomu zaawansowania technicznego cywilizacji, nie zaś posłużyło celom militarnym i politycznym, jak to już wielokrotnie bywało w historii.

Wisława Szymborska napisała wiersz, zatytułowany „Nadmiar”:

„Odkryto nową gwiazdę,
co nie znaczy, że zrobiło się jaśniej
i że przybyło czegoś czego brak.

Gwiazda jest duża i daleka,
tak daleka, że mała,
nawet mniejsza od innych
dużo od niej mniejszych.
Zdziwienie nie byłoby tu niczym dziwnym,
gdybyśmy tylko mieli na nie czas.

Wiek gwiazdy, masa gwiazdy, położenie gwiazdy,
wszystko to starczy może
na jedną pracę doktorską
i skromną lampkę wina
w kołach zbliżonych do nieba:
astronom, jego żona, krewni i koledzy,
nastrój niewymuszony, strój dowolny,
przeważają w rozmowie tematy miejscowe
i gryzie się orzeszki ziemne.

Gwiazda wspaniała,
ale to jeszcze nie powód,
żeby nie wypić zdrowia naszych pań
nieporównanie bliższych.

Gwiazda bez konsekwencji.
Bez wpływu na pogodę, modę, wynik meczu,
zmiany w rządzie, dochody i kryzys wartości.

Bez skutków w propagandzie i przemyśle ciężkim.
Bez odbicia w politurze stołu obrad.
Nadliczbowa dla policzonych dni życia.

Po cóż tu pytać,
pod iloma gwiazdami człowiek rodzi się,
a pod iloma po krótkiej chwili umiera.

Nowa.

- Przynajmniej pokaż mi, gdzie ona jest.
- Między brzegiem tej burej postrzępionej chmurki
a tamtą, bardziej w lewo, gałązką akacji.
- Aha - powiadam.”

Byłoby smutno, gdyby okazało się, że przesłanie utworu naszej noblistki można odnieść do odkrycia fal grawitacyjnych.