

## Nobel dla Polaka?

W tym miesiącu, jak co roku, przyznana zostanie Nagroda Nobla z Fizyki. Może tym razem dostanie ją Polak? Na pewno zasługuje na nią Bogdan Paczyński. Najlepszym dowodem renomy, jaką cieszy się on wśród astronomów, było powierzenie mu reprezentowania poglądu o kosmologiczności rozbłysków gamma (GRB – Gamma Rays Bursts) w debacie, która w 1995 roku odbyła się dla upamiętnienia 75. rocznicy słynnej debaty Harlowa Shapley'a i Herberta D. Curtisa. W 1920 roku Shapley uważał mgławice za lokalne obłoki gazu, natomiast Curtis twierdził, że są one skupiskami gwiazd znajdującymi się poza skupiskiem, w którym sami jesteśmy. Trzy ćwierci wieku później oponent Paczyńskiego, Donald Q. Lamb, utrzymywał, że GRB są zjawiskami lokalnymi. Dziś wiemy, że w obu debatach rację mieli zwolennicy wielkich odległości (choć, podobnie jak nie wszystkie mgławice okazały się galaktykami, tak istnieje klasa GRB, które nadal mogą zachodzić w bezpośrednim otoczeniu naszej Galaktyki).

Samo uznanie nie wystarczy jednak do otrzymania Nagrody Nobla. Dość regularnie przyznawana jest ona ludziom, którzy wywarli decydujący wpływ na rozwój jakiejś dziedziny badań w roku, w którym dziedzina ta odniosła spektakularny sukces. Dziedzina, w której wkład Paczyńskiego był przełomowy, jest mikrosoczewkowanie grawitacyjne.

Przypomnijmy, że promienie świetlne są zakrzywane przez grawitację. Według ogólnej teorii względności pole grawitacyjne deformuje czasoprzestrzeń w taki sposób, że fotonom „opłaca się” poruszać po liniach, które w euklidesowym układzie odniesienia są zakrzywione. Wyobraźmy sobie, że w dużej odległości znajduje się bardzo duża, skupiona masa, np. gromada galaktyk. Jeżeli dokładnie za nią, ale dużo dalej, znajduje się jakaś galaktyka, to zobaczymy ją w postaci pierścienia otaczającego gromadę. Takie soczewki grawitacyjne przeważnie nie są idealnie regularne, więc zamiast jednego pierścienia Einsteina zazwyczaj obserwujemy łuki, takie jak na zdjęciu na pierwszej stronie okładki. Efekt ten nazywany jest soczewkowaniem grawitacyjnym. Natomiast z mikrosoczewkowaniem mamy do czynienia wtedy, gdy soczewką jest mały obiekt, niekoniecznie świecący, a deformowany jest obraz jakiejś gwiazdy. W takim przypadku nie dysponujemy instrumentami o zdolności rozdzielczej pozwalającej zaobserwować deformację obrazu. Możemy zarejestrować tylko jego wzmocnienie, w miarę jak soczewka i oglądana gwiazda przesuwały się względem siebie.

Jest tylko jeden problem, który dzięki pomysłom Paczyńskiego i ludzi, których udało mu się przekonać do współpracy, został przezwyciężony. Żeby zaobserwować jakikolwiek przypadek mikrosoczewkowania, trzeba monitorować miliony gwiazd. W momencie publikacji pracy [1], cytowanej przez wszystkich zajmujących się mikrosoczewkowaniem, perspektywa rozwoju technik obserwacyjnych w stopniu wystarczającym do skutecznego poprowadzenia takiego eksperymentu wydawała się bardzo odległa. A jednak prawie natychmiast zawiązało się kilka grup, które postanowiły zmierzyć się z tym wyzwaniem. Główną motywacją naukową był zamiar oszacowania masy Galaktyki zawartej w niedoszłych gwiazdach – brązowych karłach za małych na zainicjowanie syntezy jądrowej. Jednym z wiodących zespołów jest od początku OGLE,

skupiający przede wszystkim naukowców z Uniwersytetu Warszawskiego, i w którym sam Paczyński bierze udział.

Zanim kartka się skończy, przejdźmy do „spektakularnego sukcesu”. Jest nim pierwszy przekonujący przypadek wykrycia planety w soczewkującym układzie. Przebieg tego mikrosoczewkowania został zarejestrowany przez konkurującą zespoły OGLE i MOA, które w tym przypadku połączyły swoje siły [2]. Możliwość odkrywania w ten sposób planet przewidział Paczyński wraz ze swoim ówczesnym studentem Shadonem Mao [3]. Jest to metoda o tyle interesująca, że w przyszłości może pozwolić na odkrywanie planet takich jak Ziemia. W tym przypadku trzeba mieć jednak dużo szczęścia albo monitorować bardzo dokładnie jeszcze większą liczbę gwiazd.

Dopasowana do pomiarów krzywa blasku zarejestrowanego przypadku jest pokazana na pierwszej stronie okładki. Różni się ona od zwykłej krzywej mikrosoczewkowania obecnością dwóch ostrych maksimów. Żeby zrozumieć, skąd one się biorą i dlaczego są takie wyraźne, należy wyobrazić sobie to, czego nie można zobaczyć. W układzie spoczywającej soczewki mikrosoczewkowana gwiazda porusza się ruchem jednostajnym po prostej przechodzącej w pewnej odległości od soczewkującej gwiazdy. Przypadek jest wyraźny, jeżeli minimalna odległość kątowna jest mniejsza od promienia pierścienia Einsteina soczewkującej gwiazdy. W każdej chwili do obserwatora docierają dwa obrazy gwiazdy. Im dokładniejsza jest koniunkcja, tym bardziej obrazy te zmieniają się z tarcz na coraz większe rogaliki. Środki tych obrazów leżą na prostej łączącej środki gwiazd. Jeden wędruje wewnątrz pierścienia Einsteina i znajduje się po przeciwnej stronie niż soczewkowana gwiazda. Drugi wędruje po tej samej prostej co gwiazda, cały czas znajduje się w większej niż gwiazda odległości od środka pierścienia, a w czasie gdy gwiazda przecina pierścień – przeslizguje się na zewnątrz niego. Jeżeli którykolwiek z tych obrazów trafi w miejsce, w którym znajduje się planeta, to małe „pierzścione” Einsteina planety modyfikuje ten obraz w analogiczny sposób. Dodatkowe maksima krzywej blasku odpowiadają przejściu środka obrazu przez okrąg pierścienia. (Tym, którzy chcą potwierdzić siłę własnej wyobraźni, polecam animacje [4].)

Na opisanie pozostałego wkładu Paczyńskiego we współczesną astronomię brakuje już miejsca. Od lat jest skutecznym promotorem podejścia alternatywnego do używania wielkich teleskopów: fotografowania nieba mniejszymi lub wręcz bardzo małymi teleskopikami, za to całego i jak najczęściej.

Rok 2005 został ogłoszony rokiem fizyki dla upamiętnienia stulecia słynnych trzech publikacji, tzw. trojaczek Einsteina. Mikrosoczewkowanie grawitacyjne jest jednym z najbardziej spektakularnych potwierdzeń teorii względności. Jak nie w tym, to w przyszłym roku Paczyński Nobla dostać powinien.

Piotr ZALEWSKI

[1] B. Paczyński, Ap.J. **301**(1986)503

[2] OGLE i MOA, I.A. Bond i inni, Ap.J.Lett. **606**(2004)155

[3] S. Mao i B. Paczyński, Ap.J. **374**(1991)37

[4] B. Scott Gaudi, <http://cfa-www.harvard.edu/~sgaudi/movies.html>