

Niestąła stała?

W sierpniu prasę światową obiegała wiadomość o konieczności rewizji podręczników fizyki, gdyż stałe fizyczne zmieniają się z czasem. Zmienia się prędkość światła albo ładunek elektryczny. Bardziej subtelne periodyki pisały o zmianach stałej „ich” struktury (struktury subtelnej).

Żywość informacji prasowych jest jednak krótka. Obawiam się, że przeciętnemu odbiorcy pozostała jedynie podświadoma wątpliwość: czy warto (było) uczyć się fizyki, skoro jej prawa mogą się zmieniać?

Zacznijmy od faktów. Kilkuosobowy zespół rozsianych po świecie astrofizyków opublikował [1] nowe wyniki świadczące o mniejszej wartości stałej struktury subtelnej $\alpha = e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c$ w przeszłości. Doniesienie oparte zostało na analizie widmowej odległych obłoków gazu prześwietlanych przez jeszcze odleglejsze kwazary. Dane zebrane zostały za pomocą spektrografu HIRES podłączonego do teleskopu Keck I.

Stała α jest bezwymiarowa i wynosi obecnie $\alpha = 1/137,03599$. Można ją traktować jako naturalną miarę (kwadratu) ładunku elektrycznego, gdyż jest niezależna od wyboru układu jednostek. Jej wartość determinuje siłę wiązań atomowych i oddziaływania materii ze światłem. Gdyby α była inna, to zmieniłyby się własności materiałów, chemia, a życie mogłoby w ogóle nie powstać. Jej nazwa pochodzi od subtelnego rozszczepienia poziomów energetycznych elektronów w atomach, który to efekt został wyjaśniony (w latach trzydziestych XX w.) w ramach relatywistycznej mechaniki kwantowej i okazał się proporcjonalny do α^2 .

Pomiar wartości stałej α w przeszłości sprowadzał się do porównania względnych różnic długości fal prążków w widmie absorpcyjnym odległych obłoków gazu. Uśredniając kilkadziesiąt pomiarów dla systemów o przesunięciu ku czerwieni w zakresie $0,5 < z < 3,5$ (czyli 0,4 – 0,9 wieku Wszechświata) uzyskano różnicę $\alpha_z/\alpha_0 - 1 = (-0,72 \pm 0,18) \cdot 10^{-5}$.

Jak widać, otrzymany wynik jest statystycznie istotny, ale sama zmiana jest raczej mała. Może więc nie warto kruszyć kopii? A jednak, gdyby rezultat ten wytrzymał próbę czasu, to byłby przełomowy, gdyż rzeczywiście nie mieści się w obecnym kanonie fizyki. Nie znaczy to wcale, że nie ma gotowych teorii, które przewidują (lub dopuszczają) zmienność stałych fizycznych w czasie. Wśród wielu warto wymienić dwie klasy modeli. Po pierwsze te przewidujące istnienie dodatkowych wymiarów przestrzennych. Według tych modeli ekstrawymiarzy nie są przez nas bezpośrednio postrzegane, ale ich geometria może determinować siłę znanych oddziaływań. Zmienność stałej α wiązałaby się np. z ewoluującą krzywizną tych wymiarów. Innym rozwiązaniem mogłaby być niestałość prędkości światła. Istnieją modele, w których zmianę c powoduje ewolucja stałej kosmologicznej. Ciekawe, że jak dotąd nikt (chyba nikt – może się mylę?) nie zaproponował sensownego modelu, w którym zmieniałaby się stała Plancka.

Zmienność stałych fizycznych dopuszczano już w latach trzydziestych XX w. Od tamtej pory przeprowadzono wiele testów. Żaden nie ujawnił statystycznie istotnej zmienności stałych fizycznych. Jako ciekawostkę warto wspomnieć, że do badań wykorzystano, między innymi, środowisko naturalnego reaktora jądrowego Oklo, który samoistnie zadziałał 1,8 miliarda lat temu w obecnym Gabonie.

Choć więc do niedawna nie było żadnego sygnału świadczącego o zmienności stałych w czasie, to stałe sprzężenia (takie jak α , która jest przecież stałą sprzężenia elektromagnetycznego) czy też masy cząstek elementarnych zmieniają się, ale nie z czasem, tylko z energią. Mówi się o „biegnących” stałych sprzężenia i biegnących masach cząstek (choć według mnie angielski imiesłów *running* lepiej byłoby w tym przypadku przetłumaczyć na „płynące”). Stała struktury subtelnej α rośnie wraz z energią „zaangażowaną” w akt oddziaływania elektromagnetycznego. Dlatego wydawać by się mogło, że jeżeli α miałyby się zmieniać w czasie, to powinna raczej maleć, a nie rosnąć w miarę stygnięcia Wszechświata. Tak jednak nie jest, gdyż energia odpowiadająca pochłanianiu światła przez atomy powinna być stała („płynięcie” związane z ewentualną zmiennością stałej sprzężenia byłoby efektem drugiego rzędu). Jeżeli omawiany wynik jest poprawny, to α rośnie, a z nią rośnie siła wiązań chemicznych, przeciwstawiając się naturalnej skłonności gumek od majtek do rozciągania się.

Właśnie, pora przejść do rozważenia poprawności wyników [1]. Autorzy twierdzą, że rozpatrzyli wszystkie możliwe efekty systematyczne. Niektórych nie uwzględnili, bo zwiększały, a nie zmniejszały istotność statystyczną. Dodatkowo wynik pozostaje istotny osobno dla tych układów linii widmowych, dla których rozszczepienie rośnie i dla tych, gdzie maleje ze zmniejszaniem się α^2 .

Wątpliwości jednak pozostają. Chodzi przecież o najbardziej podstawową strukturę praw fizyki i bardzo wyrafinowaną analizę. W takim przypadku nie można wykluczyć jakiegoś przeoczenia w nawet najstarszym wykonywanym badaniu. Sami autorzy stwierdzają, że potwierdzenia powinien dostarczyć niezależny pomiar. Najlepiej byłoby, gdyby jego metoda była zupełnie odmienna. Pomóc może badanie promieniowania relikтового. Oczekiwana w najbliższych latach dokładność w tej dziedzinie nie jest co prawda wystarczająca do obalenia omawianego wyniku, ale gdyby stała α zmieniała się w początkach Wszechświata jeszcze szybciej, to taki niezależny test mógłby wypaść pozytywnie.

Jedno jest pewne. Ostatnie słowo będzie należeć do doświadczenia, które pozostaje jedynym autorytetem w badaniu przyrody.

Piotr ZALEWSKI

[1] J.K. Webb, M.T. Murphy, V.V. Flambaum, V.A. Dzuba, J.D. Barrow, C.W. Churchill, J.X. Prochaska i A.M. Wolfe, *Further Evidence for Cosmological Evolution of the Fine Structure Constant*, Phys. Rev. Lett 87.091301