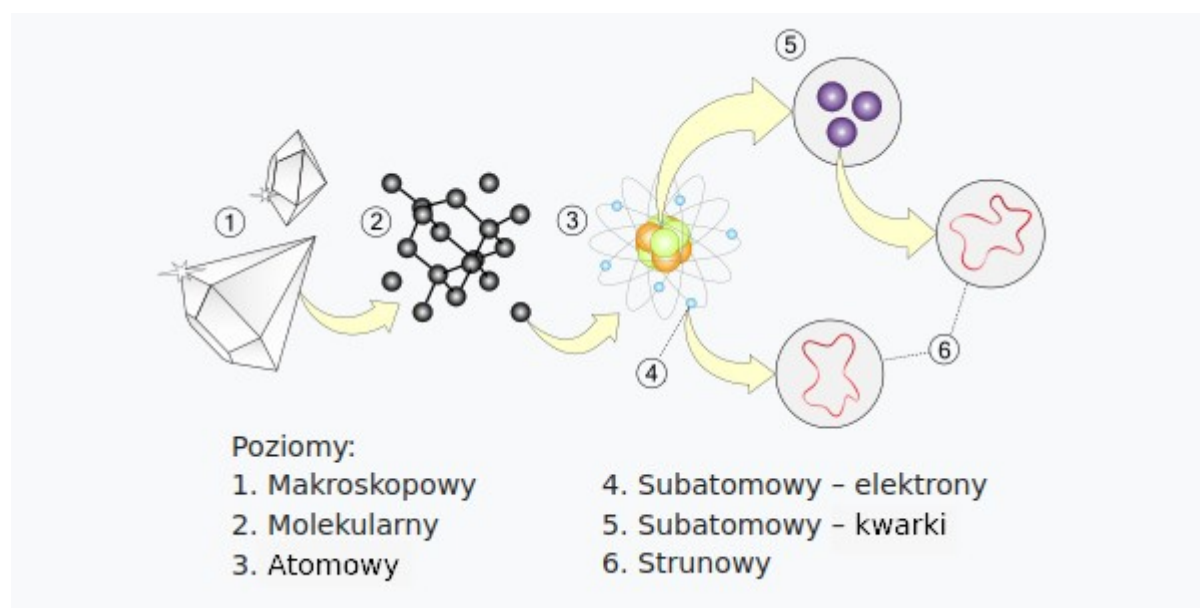


Czy teoria strun jest ostateczną teorią wszystkiego?

5 sierpnia 2024

Ludzkość od zawsze starała się zrozumieć otaczający ją świat. Zadajemy sobie fundamentalne pytania: Skąd się wzięliśmy? Jak powstał wszechświat? Z czego jest zbudowany? Współczesna nauka, a w szczególności fizyka, zbliża nas do odpowiedzi na niektóre z tych pytań. Jednym z najbardziej ambitnych przedsięwzięć w tej dziedzinie jest teoria strun, nazywana czasem „teorią wszystkiego”.



Aby zrozumieć teorię strun, musimy najpierw przyjrzeć się temu, co wiemy o budowie materii. Zwykła materia składa się z atomów, które z kolei zbudowane są z elektronów krążących wokół jądra złożonego z protonów i neutronów. Elektron jest cząstką elementarną należącą do rodziny leptonów, ale protony i neutrony mają bardziej złożoną strukturę – są zbudowane z mniejszych cząstek zwanych kwarkami.

Nasza obecna wiedza o subatomowej strukturze wszechświata jest zawarta w tzw. standardowym modelu fizyki cząstek

elementarnych. Model ten opisuje zarówno fundamentalne „cegiełki” budujące świat, jak i siły, poprzez które te cegiełki oddziałują ze sobą. Standardowy model wyróżnia dwanaście podstawowych cząstek materii: sześć kwarków (górny, dolny, powabny, dziwny, szczytowy i denny) oraz sześć leptonów (elektron, mion, taon oraz trzy rodzaje neutrin). Te cząstki tworzą całą znaną nam materię. Na przykład, proton składa się z dwóch kwarków górnych i jednego dolnego.

W przyrodzie obserwujemy cztery podstawowe oddziaływania (siły): grawitację, elektromagnetyzm, oddziaływanie silne i oddziaływanie słabe. Każda z tych sił jest przenoszona przez specyficzne cząstki. Grawitacja teoretycznie jest przenoszona przez grawitony (dotąd niezaobserwowane), elektromagnetyzm przez fotony, oddziaływanie silne przez gluony, a oddziaływanie słabe przez bozony W^+ , W^- i Z .

Standardowy model doskonale opisuje zachowanie cząstek i sił na poziomie kwantowym, z jednym istotnym wyjątkiem: grawitacją. Mimo że grawitacja jest siłą najlepiej znaną z codziennego doświadczenia, jej opis na poziomie mikroskopowym okazał się niezwykle trudny. Sformułowanie kwantowej teorii grawitacji stało się jednym z największych wyzwań fizyki teoretycznej.

W ostatnich dekadach teoria strun wyłoniła się jako jeden z najbardziej obiecujących kandydatów na mikroskopową teorię grawitacji. Jej ambicje sięgają jednak znacznie dalej – ma być kompletnym, zunifikowanym i spójnym opisem fundamentalnej struktury naszego wszechświata.

Główna idea teorii strun, wyjaśniona m.in. przez Stephena Hawkinga, jest następująca: wszystkie „fundamentalne” cząstki standardowego modelu są w rzeczywistości różnymi przejawami jednego podstawowego obiektu – struny. Tradycyjnie wyobrażamy sobie cząstki elementarne (np. elektron) jako bezwymiarowe punkty. Punkt może jedynie się poruszać. Jednak według teorii strun, gdybyśmy użyli niezwykle potężnego „mikroskopu”,

odkrylibyśmy, że elektron nie jest punktem, ale maleńką, wibrującą pętlą – struną.

Struna może nie tylko się poruszać, ale także drgać na różne sposoby. Różne sposoby drgań odpowiadają różnym cząstkom obserwowanym w przyrodzie. Jeśli struna drga w jeden sposób, z daleka (bez możliwości dostrzeżenia jej rzeczywistej struktury) widzimy ją jako elektron. Jeśli drga inaczej, widzimy foton. Jeszcze inny sposób drgań odpowiada kwarkowi, itd. Zatem zgodnie z teorią strun cały wszechświat i wszystko, co w nim istnieje, zbudowane jest wyłącznie ze strun!

Jednym z najbardziej zaskakujących aspektów teorii strun jest przewidywanie istnienia dodatkowych wymiarów przestrzennych. Według tej teorii wszechświat ma nie trzy, a dziesięć lub jedenaście wymiarów przestrzennych (plus czas jako dodatkowy wymiar). Dlaczego nie dostrzegamy tych dodatkowych wymiarów? Teoria sugeruje, że są one „zwinięte” do niezwykle małych rozmiarów, niedostrzegalnych w naszym codziennym doświadczeniu. Wyobraźmy sobie długi, cienki kabel elektryczny – z daleka wydaje się jednowymiarowy, ale z bliska widzimy, że ma przekrój kołowy, czyli drugi wymiar „zwinięty” do małego rozmiaru.

Jednym z największych osiągnięć teorii strun jest potencjalna unifikacja wszystkich znanych oddziaływań fundamentalnych, w tym grawitacji. W tej teorii grawitacja nie jest traktowana jako oddzielna siła, ale wyłania się naturalnie jako konsekwencja drgań strun w wielowymiarowej przestrzeni.

Mimo swojej elegancji i potencjału teoria strun napotyka na szereg wyzwań. Jak dotąd nie ma żadnych bezpośrednich dowodów potwierdzających teorię strun. Skale energii potrzebne do testowania jej przewidywań są daleko poza zasięgiem współczesnych akceleratorów cząstek. Ponadto teoria strun jest wciąż w fazie rozwoju. Znamy niektóre jej aspekty, ale pełna struktura teorii pozostaje nieodkryta.

Teoria strun dopuszcza ogromną liczbę możliwych konfiguracji wszechświata (tzw. krajobraz teorii strun), co utrudnia formułowanie konkretnych przewidywań. Niektórzy fizycy i filozofowie nauki argumentują, że teoria strun, ze względu na brak możliwości eksperymentalnej weryfikacji, wykracza poza granice nauki.

Teoria strun pozostaje jednym z najbardziej fascynujących i ambitnych przedsięwzięć współczesnej fizyki teoretycznej. Oferuje potencjalne rozwiązanie długotrwałego problemu kwantowej grawitacji i obiecuje unifikację wszystkich znanych oddziaływań fundamentalnych. Jednocześnie, ze względu na swoją matematyczną złożoność i trudności w eksperymentalnej weryfikacji, teoria ta pozostaje kontrowersyjna w środowisku naukowym.

Niezależnie od tego, czy ostatecznie okaże się poprawnym opisem natury, czy nie, teoria strun już teraz przyczyniła się do znaczącego postępu w matematyce i teoretycznej fizyce wysokich energii. Przyszłość pokaże, czy teoria strun rzeczywiście jest „teorią wszystkiego”, czy też jest jedynie krokiem na drodze do jeszcze głębszego zrozumienia fundamentalnej struktury wszechświata. Jedno jest pewne – poszukiwanie ostatecznej teorii wszystkiego pozostaje jednym z najbardziej ekscytujących wyzwań współczesnej nauki.

Ilustracja: [MissMJ](#) (CC BY 3.0)

Źródło: InneMedium.pl