



## Przełomowe odkrycia i koncepcje po II wojnie światowej

# Fizyka wkracza w metafizykę

W dziedzinie, którą zajmują się od prawie pięćdziesięciu lat, czyli w fizyce wysokich energii i cząstek elementarnych, dokonano po wojnie wielu podstawowych odkryć, które całkowicie zmieniły zrozumienie świata na poziomie najbardziej fundamentalnym. Dość powiedzieć, że fizyka oddziaływań elementarnych, jak ją dzisiaj pojmujemy, po prostu jeszcze nie istniała w czasie moich studiów (czyli w latach pięćdziesiątych). Niektóre z tych osiągnięć opisał niedawno Profesor Stefan Pokorski („PAUza” 50), a myślę że inne też doczekają się swojego miejsca na łamach „PAUzy Akademickiej”.

W tym tekście chciałbym zająć się odkryciem, które jawi mi się jako swego rodzaju synteza tego ogromnego postępu i które w dodatku dotyka jednego z wielkich pytań przewijających się przez historię ludzkiej myśli. Mam mianowicie wrażenie, że współczesna fizyka znalazła się niezwykle blisko odpowiedzi na sławne *metafizyczne* pytanie (zazwyczaj wiązane z postacią Leibniza) „Dlaczego jest raczej COŚ niż NIC?”

Aby wyjaśnić o co chodzi, zacznijmy od tego, że w ciągu ostatniego półwiecza fizyka odniosła oszałamiające sukcesy w poszukiwaniu i identyfikacji elementów budowy świata materialnego. Bo proszę tylko pomyśleć: wiemy już w tej chwili, że wszystkie obiekty na Ziemi są zbudowane z trzech zaledwie rodzajów cząstek elementarnych. Są to – rzecz jasna – konstrukcje skomplikowane, ale musimy się chyba zgodzić, że zredukowanie nieskończonej różnorodności świata do kilku elementów jest nie byle jakim osiągnięciem. Ponadto, wszystkie znane nam w przyrodzie siły można zredukować do czterech sił (oddziaływań) elementarnych. I znowu, gdy pomyślimy o różnorodności sił występujących wokół nas – nie mówiąc już o zjawiskach występujących w laboratoriach i w kosmosie – musimy przyznać, że sprowadzenie ich do czterech zaledwie różnych oddziaływań pomiędzy cząstkami elementarnymi zakrawa niemal na cud.

Ale na tym nie koniec. Odkryto, że **trzy** spośród tych sił elementarnych dają się wyprowadzić z naturalnych zasad symetrii (gravitacji jeszcze do końca nie rozumiemy). To naprawdę niebywałe: równania opisujące nasz świat są konsekwencją niezwykle prostych reguł symetrii matematycznej. Ze względu na doniosłość tego odkrycia, opiszę je nieco dokładniej.

Istnieje kilka rodzajów cząstek elementarnych (oprócz tych, z których składa się Ziemia, są cząstki występujące w przestrzeni kosmicznej; zostały też one wytworzone w laboratoriach). Cząstki są pogrupowane w pary i w trójki. Wewnątrz każdej pary i każdej trójki cząstki są zupełnie równoważne. Oznacza to, że w ramach jednego – jak mówimy – „dubletu” lub „tripletu” można swobodnie zamieniać

cząstki między sobą. W konsekwencji, równania opisujące zachowanie się takich układów różnych, ale równoważnych cząstek muszą być symetryczne względem ich dowolnej zamiany. Okazuje się, że taka reguła symetrii, w połączeniu z podstawowymi zasadami mechaniki kwantowej ma trzy niesłychanie ważne konsekwencje:

- (i) Cząstki podlegające opisanej symetrii muszą ze sobą oddziaływać – **oddziaływanie jest konsekwencją symetrii**;
- (ii) Równania otrzymane w ten sposób są wyznaczone jednoznacznie (ich forma zależy jedynie od liczby wymienianych obiektów);
- (iii) Równania te opisują poprawnie **siły** występujące pomiędzy cząstkami elementarnymi, czyli *symetria narzuca kształt świata*.

Trudno nie zgodzić się ze stwierdzeniem, że to nadzwyczajne odkrycie zasługuje na miano **nowej fundamentalnej zasady przyrody**. I tak jest właśnie traktowane przez współczesną fizykę. Pozostaje oczywiście kwestią otwartą, czy poznaliśmy już wszystkie symetrie rządzące naszym światem (czyli czy znamy już wszystkie oddziaływania). Są wskazówki, że pewnie nie. Dużo wysiłku poświęca się obecnie na zbadanie tego ważnego zagadnienia.

To wielkie i fascynujące odkrycie „rządów symetrii” – nawiązujące jakby do starożytnych idei platońskich – ma jednak istotny mankament: idealna symetria implikuje równocześnie, że wszystkie cząstki elementarne muszą mieć masę równą zeru, co jest w rażącej niezgodności z doświadczeniem. Trzeba więc równania poprawić, ale tak, aby nie zepsuć poprawnego opisu sił pomiędzy cząstkami. Takie poprawione równania zostały skonstruowane i sprawdzone w doświadczeniach o wielkiej dokładności, najlepszej jaką dziś można osiągnąć. I tu właśnie mamy klucz do zagadki Leibniza: poprawione równania (powtarzam: doskonale zgodne z najbardziej precyzyjnymi pomiarami) implikują, że sytuacja idealnej symetrii jest NIESTABILNA. Najmniejsze zaburzenie prowadzi do jej całkowitego zniszczenia.

Wyobraźmy sobie teraz przestrzeń w której nie ma NIC. Jest ona oczywiście idealnie symetryczna. A – jak rozważaliśmy przed chwilą – z równań współczesnej fizyki wynika, że taka idealnie symetryczna przestrzeń jest niestabilna i wskutek minimalnego zaburzenia musi zmienić się w przestrzeń asymetryczną, a więc wypełnioną CZYMŚ. Czym? Materią i energią. Jaką? Tego jeszcze nie wiemy. Ale może będziemy wiedzieli za kilka lat. Wielki akcelerator LHC w CERN-ie właśnie ruszył i zaczyna produkować wyniki...

ANDRZEJ BIAŁAS