

Andrzej BIAŁAS

Dlaczego raczej jest COŚ niż NIC?¹

Zdaję sobie sprawę, że tytuł mojego wykładu, powtarzający słynne metafizyczne pytanie Leibniza, może być potraktowany jako pewnego rodzaju uzurpacja, a przynajmniej przekroczenie kompetencji. Rzeczywiście, fizyk próbujący wymądrzać się na temat filozofii to dość podejrzana sprawa (choć wcale niezadka, zwłaszcza wśród emerytów). Aby więc uniknąć napomnienia „pilnuj szewcze kopyta”, już na wstępie deklaruję, że nie mam ambicji wchodzić w rolę filozofa. Będę starał się tylko zobrazować, jak współczesna fizyka próbuje znaleźć odpowiedź na nieco zmodyfikowane pytanie: dlaczego jest raczej MATERIA niż PUSTKA. Dla fizyka bowiem „coś” oznacza przedmiot jego badań, czyli materię. Natomiast „nic” oznacza pustą przestrzeń. Bardzo przepraszam wszystkich rozczarowanych tym zawężeniem tematu.

Pierwotnie problem był stawiany odwrotnie: pytano, czy w ogóle może istnieć pustka, czyli obszar, gdzie nie ma NIC. Zaprzętało to filozofów już od bardzo dawna. Wielki Arystoteles, rozważając własności pustki, pierwszy zwrócił uwagę na rzecz niezwykle prostą i oczywistą, ale równocześnie fundamentalną: W pustej przestrzeni wszystkie punkty muszą być dokładnie takie same. To oczywiste: żaden punkt nie jest lepszy od drugiego, bo nie ma NIC, co mogłoby go wyróżnić. W języku matematyki mówimy wówczas, że pustka posiada pewną symetrię: w tym wypadku symetrię translacji. Do któregośkolwiek punktu w pustce się przesuniemy, znajdziemy dokładnie

¹ Wykład wygłoszony podczas Uroczystego Posiedzenia Naukowego PAU w dniu 16 listopada 2019 r.

to samo, czyli NIC. Oczywiście dotyczy to również wszystkich innych możliwych do pomyślenia symetrii. Weźmy np. obroty. Przecież w którąkolwiek stronę popatrzymy w pustej przestrzeni, zobaczymy to samo, czyli NIC. A więc po wykonaniu w pustce obrotu obraz się nie zmieni. Otrzymujemy symetrię względem obrotów. W ten sposób dochodzimy do konkluzji: pusta przestrzeń musi być idealnie symetryczna, bo nie ma w niej NIC, co mogłoby jakkolwiek symetrię naruszyć.

Ta pozornie trywialna obserwacja Arystotelesa okazała się niezwykle ważna dla współczesnej fizyki. A to dlatego, że w drugiej połowie XX wieku w badaniach struktury materii dokonano dwóch fantastycznych, fundamentalnych, odkryć. Okazuje się, po pierwsze, że otaczająca nas materia, składająca się przecież z tworów niesłychanie zróżnicowanych i skomplikowanych, jest w istocie rzeczy zbudowana z kilku tylko rodzin cząstek elementarnych; w dodatku, po drugie, siły działające między nimi wynikają z bardzo prostej i niezwykle eleganckiej zasady – zasady SYMETRII. Tak, proszę Państwa: wszystkie równania matematyczne, opisujące cały obserwowany dotąd świat materialny, wynikają z kilku bardzo prostych reguł symetrii, uzupełnionych – trzeba dodać – przez mechanikę kwantową. Siły jądrowe, bez których nie byłoby życia na Ziemi, bo to one produkują energię słoneczną, rządzone są przez symetrię, którą nasi przyjaciele matematycy nazwali SU(3). Można ją zobrazować za pomocą równobocznego trójkąta. Oddziaływania odpowiedzialne za promieniotwórczość są rządzone przez symetrię, którą matematycy nazwali SU(2). Można ją zobrazować za pomocą litery V. Wreszcie elektryczność i magnetyzm, bez których trudno byłoby sobie wyobrazić współczesność, rządzone są przez symetrię, którą matematycy nazwali U(1). Można ją zobrazować za pomocą koła. Siła grawitacji jest bardziej skomplikowana, ale również wynika z pewnej symetrii. Myślę, że każdy musi się zgodzić, że sprowadzenie całej różnorodności świata materialnego do kilku – prostych – reguł symetrii jest fenomenalnym osiągnięciem nauki.

W ten sposób współczesna fizyka – po przeszło dwóch tysiącleciach – zrealizowała program zaproponowany jeszcze przez Platona, który pierwszy postawił hipotezę, że to symetria właśnie jest fundamentem, na którym winno oprzeć się nasze zrozumienie świata.

Idea symetrii wiąże się oczywiście z estetyką. Starożytni przywiązywali do tego wielką wagę. Dzisiaj również wielu fizyków – i to najwyższej próby – uważa, że najlepszym przewodnikiem w poszukiwaniu nowych praw natury jest właśnie PIĘKNO: prawa natury, jeżeli mają być prawdziwe, muszą być przede wszystkim PIĘKNE.

Zgodnie z tą ideą, wystarczy skonstruować teorię dostatecznie piękną, a będzie ona zrealizowana w naturze. Trzeba przyznać, że wyrażona w ten sposób wiara w potęgę ludzkiego umysłu nosi wyraźne znamiona – naturalnej

dla naszego gatunku – arogancji, czy może nawet bezczelności. Bo w końcu niby dłaczego abstrakcyjna idea piękna, wytworzona wyłącznie w naszym umyśle, miałaby mieć coś wspólnego ze strukturą rzeczywistości MATEMATYCZNEJ. W historii fizyki znajdujemy jednak kilka zadziwiających przykładów, które potwierdzają istnienie takiego związku. Wielu wyciąga stąd wnioski natury światopoglądowej. Niektórzy idą nawet dalej. Na przykład Frank Wilczek, laureat nagrody Nobla z 2004 roku, w jednej ze swoich książek stawia wręcz hipotezę, że ta piękna konstrukcja wskazuje nie tylko, że musiał istnieć STWORCA, który to wszystko wymyślił, ale nawet, że musiał to być ARTYSTA.

Trzeba się jednak zgodzić, że kryterium PIĘKNA nie jest bardzo ścisłym kryterium, nie mówiąc już o tym, że przecież nie każdemu podoba się to samo. Na przykład Julian Tuwim napisał kiedyś, że symetria jest estetyką idiotów. Wiedzieli o tym budowniczowie średniowiecznych katedr, wiedzieli wielcy artyści. Aby odnieść wrażenie piękna, symetria musi być – choćby nieznacznie – naruszona.

I teraz, proszę Państwa, uwaga! okazuje się, że NATURA TEŻ TO WIE! Bowiem natura akceptuje co prawda idealnie symetryczne równania opisujące nasz świat, ale jednak wybiera takie rozwiązania tych równań, które symetryczne nie są. Rozwiązania łamią symetrię, bo muszą przecież opisać rzeczywistość, a ta – jak wykazały pomiary – idealnie symetryczna nie jest. Czyli – z jakiejś przyczyny natura ukrywa swoją symetrię. Poszukiwanie tej przyczyny było wielkim wyzwaniem. Rozwiązania poszukiwano bezskutecznie przez lata. Przez jakiś czas wydawało się nawet, że trzeba będzie całą ideę symetrii porzucić. Ale piękno i elegancja tej konstrukcji przeważyły, i w rezultacie kilku wybitnych badaczy – ukoronowanych po latach nagrodą Nobla – postawiło śmiałą hipotezę, że symetria jest naruszona przez samą pustą przestrzeń, w której znajdują się cząstki opisywane tymi eleganckimi, symetrycznymi równaniami. Czyli prawa są idealnie symetryczne, ale działają w pustej przestrzeni, która symetryczna nie jest. Pomysł okazał się strzałem w dziesiątkę: od 50 lat, pomimo wielu prób i coraz bardziej precyzyjnych pomiarów, nie znaleziono żadnego faktu sprzecznego z tą teorią. Musimy więc pogodzić się z tym, że pusta przestrzeń, czy też może lepiej powiedzieć SCENA, na której rozgrywa się dramat naszego świata, łamie elegancką symetrię praw fizyki. To się łatwo mówi, ale konsekwencje są dramatyczne. Przecież zgodziliśmy się już – za Arystotelesem – że całkowicie pusta przestrzeń musi być idealnie symetryczna (bo nie ma w niej nic, co mogłoby jakkolwiek symetrię naruszyć). Wniosek może być tylko jeden: widocznie pusta przestrzeń, w której jesteśmy zanurzeni, faktycznie NIE JEST PUSTA.

Powstaje natychmiast następne pytanie: czym jest wypełniona nasza – jak się okazuje – pozorna pustka. Dla fizyka odpowiedź jest prosta: musi

widocznie istnieć jakieś pole fizyczne, które odgrywa rolę wypełniacza. Pierwszym krokiem było nadanie mu nazwy i od nazwiska jednego z autorów pomysłu nazwano je polem Higgsa. Następnie należało zaproponować i podjąć eksperymenty, które mogłyby udowodnić jego istnienie lub obalić tę – w sumie niesłychaną – hipotezę niesymetrycznej pustki. Wykorzystano w tym celu najważniejszą własność fizyki kwantowej, która mówi, że jeżeli istnieje jakieś pole fizyczne, to muszą również istnieć kwanty tego pola, czyli odpowiednie cząstki. Tak, zgadujecie Państwo, chodzi właśnie o cząstkę Higgsa, którą niektórzy dziennikarze nazwali nawet „boską cząstką”. Ta „boska cząstka” to kwant pola Higgsa, które wypełnia całą pustą przestrzeń. Polowanie na nią zaczęło się niemal natychmiast po opublikowaniu hipotezy o łamaniu symetrii przez próżnię. Było to w połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Ale minęło prawie pół wieku, zanim zbudowany specjalnie w tym celu niedaleko Genewy wielki zderzacz cząstek pozwolił udowodnić istnienie cząstki Higgsa i umożliwił zmierzenie jej masy. W ten sposób konstrukcja została ostatecznie potwierdzona i domknięta. Wiemy już więc, że NIC, czyli pustka, faktycznie nie istnieje. Żyjemy w pozornej pustce, wypełnionej polem Higgsa.

To jednak nie odpowiada jeszcze na pytanie DLACZEGO tak się dzieje. Otóż okazuje się, że wynika to z podstawowej zasady przyrody, która mówi, że każdy układ fizyczny stara się, o ile to możliwe, znaleźć się w stanie o najniższej energii. Kamień swobodnie puszczonego spada i w końcu łąduje w najniższym miejscu, czyli tam, gdzie jego energia jest najmniejsza. Ołówek stojący na ostrym końcu, jeżeli nie jest przytrzymywany, spadnie na płask, również dlatego, aby uzyskać niższą energię.

I właśnie okazuje się, że podobny mechanizm działa również w przypadku pola Higgsa. Po prostu energia całkowicie pustej przestrzeni jest wyższa niż energia przestrzeni wypełnionej polem Higgsa. To wydaje się paradoksalne, ale tak właśnie skonstruowana jest teoria, o której potwierdzeniu mówiłem przed chwilą. W dodatku okazuje się, że przestrzeń kompletnie pusta nie tylko ma wyższą energię w stosunku do pseudo-próżni, w której istnieje nasz świat, ale w dodatku jest NIESTABILNA. Czyli, po prostu, przy najmniejszym zaburzeniu MUSI oddać swoją energię i zamienić się w przestrzeń wypełnioną polem Higgsa, w której się znajdujemy.

Szanowni Państwo, jak przystało w tych dostojnych murach, przedstawiałem Państwu prawdę i tylko prawdę, chociaż oczywiście niecałą. Zostawiając jednak, na zakończenie, teren fizyki i puszczając wodze fantazji, można na podstawie tych rozważań zbudować obraz stworzenia świata alternatywny w stosunku do tego, który znamy z Księgi Rodzaju. Zaczyna się tak samo: na początku była pustka. Prawdziwa, symetryczna pustka. Wiemy, że taka pustka jest niestabilna, więc jej istnienie musiało być sztucznie

podtrzymywane. Trzymając się konwencji biblijnej, jest zupełnie oczywiste, że musiał podtrzymywać ją Pan Bóg. W pewnym momencie prawdopodobnie uznał, że dość już tego (może mu się po prostu znudziło?) i wycofał swoją rękę. Wtedy symetryczna pustka musiała zamienić się w próżnię wypełnioną polem Higgsa, wydzielając przy tym ogromne ilości energii. Z tej energii, drogą skomplikowanych procesów, powstała materia, z której składa się nasz wszechświat.

Dla mnie ten obraz jest szczególnie atrakcyjny, ponieważ może być rozumiany jako próba wyjaśnienia, dlaczego nasz świat nie jest idealny. Bo Pan Bóg nie STWORZYŁ świata, Pan Bóg tylko POZWOLIŁ mu zaistnieć. Czy to herezja? Nie wiem. Może wypowiedzą się teolodzy. Jeżeli herezja, to z góry ogłaszam, że nie będę się upierał.

Fizycy starają się tymczasem zrozumieć, jak przebiegała ta zamiana symetrycznej pustki w próżnię wypełnioną polem Higgsa. Niestety, niewiele wiemy w tej chwili na ten temat. Nie wiemy nawet, jak to długo trwało i czy to w ogóle jest dobre pytanie. Co umożliwi mi zakończenie anegdotą. Pewnemu biedakowi pojawił się Pan Bóg. Ten zapytał:

– Panie Boże, czy to prawda, że dla Ciebie jedna sekunda znaczy tyle samo co milion lat?

– Tak to prawda.

– A czy to prawda, że dla Ciebie jeden grosz znaczy tyle co milion złotych?

– Tak, to prawda.

– To, proszę, daj mi jeden grosz.

– Dobrze, za sekundę.