

Zasada antropiczna a kosmos

Autor tekstu: Jerzy Sikorski

Przez około 500 lat nowożytnej historii nauki uważano, że zasadniczym celem nauk przyrodniczych jest rozpoznawanie podstawowych praw rządzących otaczającym nas światem. Wiele sukcesów osiągnięto na tej drodze poczynając od Kopernika poprzez Newtona aż po fizykę ostatnich kilku dziesięcioleci. Nie znaczy to oczywiście, że wiemy już wszystko, jednakowoż poznaliśmy dość dobrze prawa rządzące światem makroskopowym (klasyczna mechanika i elektrodynamika), światem w skali mikro (mechanika kwantowa) a także w największej dostępnej nam obserwacyjnie skali wszechświata jako całości (kosmologia). Każdy z analizowanych obszarów modelowany jest przez odpowiednie teorie fizyczne wyrażające się we właściwych dla nich równaniach pozwalających ilościowo przewidywać zachowanie się danych układów fizycznych. Można więc rzec, że nauki przyrodnicze spełniają postawione przed nimi zadanie w tym zakresie, że mówią nam coraz dokładniej jak funkcjonuje otaczający nas świat i według jakich praw to wszystko działa. Jest jednak kilka podstawowych pytań, na które nauka — jak dotychczas — nie próbowała odpowiedzieć. Pytania te brzmią - **dlaczego prawa te są takie jakie są, skąd się wzięły i czy ewentualnie mogłyby być inne**. Do niedawna pytanie to uważano za nie należące do nauk przyrodniczych. Próby odpowiedzi miały tu dawać różne systemy filozoficzne lub religijne. I faktycznie różne propozycje odpowiedzi z ich strony padały. Były to najczęściej odpowiedzi odwołujące się do metafizyki, przywołujące konieczność istnienia dawcy tych praw oraz kreatora świata. On także nadawać miał sens istnienia światu i ludziom. Poczynając od czasów starożytnych — a nawet jeszcze wcześniej - formujące się najstarsze systemy religijne objaśniać miały człowiekowi wszystko, w tym także obraz otaczającego świata. Każda z wielkich religii miała więc zawartą w sobie opowieść o stworzeniu, budowie i losach świata oraz pochodzeniu i roli człowieka. Miała swoją „kosmologię” zawierającą również odpowiedź na pytanie dlaczego świat jest taki jaki jest.

Rozwój nauk przyrodniczych, zwłaszcza w ostatnich stuleciach, stopniowo wypierał mitologię zastępując ją opisami praw bazującymi na empirii oraz ujętymi w ilościowe związki przy pomocy równań matematycznych. Coraz mniej miejsca pozostawało w tym zakresie religiom, które broniły jeszcze swego stanu posiadania na obszarach nie spenetrowanych dotąd przez naukę. Gdy nie były już w stanie konkurować w odpowiedziach na pytania — jakie są prawa przyrody — okopały się na obszarze pytań o pochodzenie tych praw oraz o cel i sens istnienia świata i nas samych. Pytania takie były faktycznie omijane przez nauki przyrodnicze jednak dla ludzi miały one zasadnicze znaczenie. Były i są to pytania o silnym ładunku światopoglądowym. Człowiek wykształcony stosunkowo łatwo potraktuje opis stworzenia w „Genesis” jako pewną metaforę i przyjmie opis ewolucji świata dawany przez współczesną kosmologię, geologię i nauki biologiczne lecz fundamentalne pytania o pochodzenie praw przyrody oraz o sens i cel istnienia pozostają dla niego niezgłębioną tajemnicą. Jednak nawet na obszar tych pytań zaczyna powoli wkraczać współczesna fizyka. Są to dopiero pierwsze i dość jeszcze nieporadne kroczki ale, gdy przypomnimy sobie historię, to tak było za każdym razem, gdy nauka zaczynała penetrować nowy obszar. W dalszej części tego tekstu chciałbym skoncentrować się na jednym wycinku nowo penetrowanego obszaru i dotyczącego pytania o to czy poznane prawa fizyki są jedynie możliwe czy też mogłyby być inne i co by ewentualnie z tego wynikło.

Każdy z nas, bez względu na obecną profesję i zakres wykształcenia, przypomina sobie zapewne ze szkolnych lekcji fizyki, że w omawianych teoriach fizycznych występowały tzw. podstawowe stałe takie jak np. stała grawitacji, prędkość światła, stała Plancka, elementarny ładunek elektryczny i jeszcze kilkanaście innych. Zwykle zebrane były razem gdzieś na końcu podręcznika i można było odczytać tam ich wartości liczbowe. Nie zwracało się natomiast szczególnej uwagi na fundamentalny fakt, że te wartości liczbowe stałych nie wynikają z żadnej teorii fizycznej lecz są rezultatem pomiarów. Żadna teoria nie przewiduje ile ma wynosić prędkość światła czy stała grawitacji i dlaczego wynosi akurat tyle ile wynosi. Na szczęście już od kilku ostatnich dziesięcioleci zaczęto wśród fizyków stawiać sobie takie pytanie. Mało tego, zaczęto poszukiwać odpowiedzi na pytanie, a co by było, gdyby tak wartości tych stałych trochę pozmienić. Rozwój technik komputerowych pozwalał stopniowo symulować sytuacje, w których zaczęto badać jak też by wyglądał nasz świat gdyby w

równaniach opisujących znane nam zjawiska pozmieniać wartości stałych fizycznych.

Rezultaty takich prób okazały się zaskakujące. Zmiana wartości liczbowych tych stałych prowadziła do obrazu świata drastycznie różnego od tego jaki znamy. Przy zmienionej wartości elementarnego ładunku elektrycznego i/lub stałej Plancka niestabilna staje się budowa atomu, zupełnie inaczej przebiegają reakcje termojądrowe w gwiazdach (w tym także w Słońcu). Przy pewnych zmianach w ogóle nie chcą formować się gwiazdy i galaktyki lub też formując się bardzo szybko kolapsują do czarnych dziur. Przy innych jeszcze kombinacjach we wszechświecie w ogóle nie powstałyby pierwiastki cięższe od helu a więc m. in. węgiel, tlen i azot niezbędne do formowania związków organicznych. Cała chemia wyglądałaby zupełnie inaczej. Przy innej wartości stałej Hubble'a opisującej tempo ekspansji wszechświata nie zdążą uformować się galaktyki i gwiazdy wraz z układami planetarnymi.



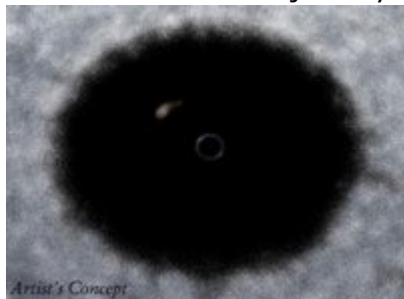
Krótko mówiąc, dostrojenie tych około dwudziestu stałych fizycznych wydaje się dość sztywne i nie pozwalające na żadną niemal dowolność. W przeciwnym razie otrzymujemy świat, w którym nie ma miejsca na znany nam obraz z gwiazdami, planetami, pierwiastkami, chemią organiczną, życiem biologicznym, nie ma wreszcie miejsca dla nas samych. Wygląda więc na to, że prawa fizyki zostały niejako dopasowane do tego abyśmy w ogóle mogli zaistnieć. Z tych rozważań i rezultatów wziął się pewien program intelektualny zwany **zasadą antropiczną**. Stał się on dużym wyzwaniem dla nauk fizycznych i kosmologii a przy okazji wspaniałym wynikiem, na który natychmiast mogli powoływać się zwolennicy poglądów odwołujących się do zewnętrznej siły sprawczej i dawcy praw natury.

Nauka nie mogła tak całkiem zignorować otrzymanego rezultatu. Jakoś należało się do tego ustosunkować. Próbowano oszacować czysto przypadkowego doboru takiego zestawu stałych fizycznych, który warunkuje znaną nam postać świata. Niezależnie od podejścia do tych oszacowań otrzymywano prawdopodobieństwo tak absurdalnie małe (rzędu 10^{-230}), że praktycznie nie nadające się do żadnych sensownych rozważań. Innym wybiegiem zastosowanym zwłaszcza w kosmologii były koncepcje wielu światów. Powstało wiele wariantów tych koncepcji, których wspólnym mianownikiem była myśl, że obserwowany przez nas wszechświat nie jest jedynym możliwym i istniejącym. W każdym z nich (a może ich być w zasadzie nieskończenie wiele) może realizować się inna fizyka z innymi prawami i stałymi fundamentalnymi. Modele kosmologiczne opisujące najwcześniejsze fazy tzw. Wielkiego Wybuchu zawierają w sobie, przynajmniej teoretycznie, takie możliwości. Nie chcę tu opisywać szerzej wszystkich pomysłów związanych z multiversum, trochę więcej na ten temat znaleźć można np. w tekście [M. Kaku — „Co było przed wielkim wybuchem”](#) zamieszczonym w niniejszym serwisie a także w jego książce „Hiperprzestrzeń”.

Kolejną alternatywą było odwoływanie się do, nieukończonej jeszcze, lecz usilnie rozpracowywanej teorii superunifikacji wraz z kosmologią kwantową. Niektórzy fizycy widzą w tzw. teorii strun kandydatkę na taką *teorię wszystkiego*. Teoria taka, jak mają nadzieję jej entuzjaści, powinna określić także wartości liczbowe stałych fizycznych. W ten sposób przestałyby one mieć charakter swobodnych parametrów, którymi można dowolnie operować. Zostałyby zdeterminowane wewnątrz samej teorii. Gdyby jednak tak miało być, to teoria taka miałaby charakter niemal metafizyczny. Jak zauważył żartobliwie jeden z fizyków, w tej sytuacji nawet Bóg nie miałby żadnego wyboru przy stwarzaniu świata. Teoria ta byłaby sama czymś zewnętrznym wobec wszechświata, byłaby czymś w rodzaju pierwotnego Logosu, słowa, które staje się ciałem — wszechświatem.

Najwięcej miejsca chciałbym poświęcić koncepcji, która w moim czysto subiektywnym odczuciu wydaje się niezwykle obiecująca. Jej autorem jest wybitny amerykański fizyk teoretyk Lee Smolin. Nosi ona nazwę **kosmologiczny dobór naturalny**. Jest to również pewien wariant koncepcji wielu światów, lecz nie zakłada on czysto losowego kształtowania się praw i stałych fizycznych w każdym wszechświecie lecz odwołuje się do pewnej analogii ze znanym z teorii ewolucji biologicznej efektem doboru naturalnego. Gdy, przed Darwinem, nie wiedziano nic o ewolucji gatunków i roli selekcji w przystosowaniu do środowiska, to czymś zaskakującym, niemal mistycznym, wydawać się musiało znakomite przystosowanie

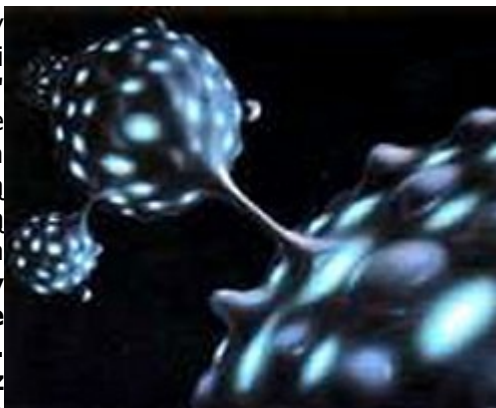
poszczególnych organizmów do życia w swoim środowisku. Też wówczas mówiono, że przecież ktoś musiał tak stworzyć wszystkie organizmy, aby mogły żyć i rozmnażać się tam gdzie żyją. Teoria ewolucji i głębsze poznanie praw genetyki na poziomie molekularnym zmieniło całkowicie nasze spojrzenie na tę sprawę. Dziś już nie dziwimy się, że zarówno ryby jak i niektóre ssaki morskie są tak znakomicie przystosowane do życia w wodzie. Wiemy z grubsza jakie mechanizmy tu zadziałały. Nie wykluczone — twierdzi L. Smolin — że nasze zadziwienie zasadą antropiczną jest podobnego rodzaju jak dawne zadziwienie przystosowaniem organizmów. A gdyby tak dopuścić myśl, że funkcjonujące w teoriach multiversum liczne wszechświaty podlegają efektowi podobnemu do selekcji naturalnej? Trzeba by tylko wprowadzić w teorie kreacji licznych wszechświatów element o działaniu podobnym do mutacji, dziedziczenia i selekcji korzystnych cech.



Koncepcja Smolina bazuje na dwóch założeniach. Pierwsze założenie dotyczy sposobu „namnażania się” nowych wszechświatów. Tu odwołuje się on do przewidywanych przez ogólną teorię względności oraz przez teorię ewolucji masywnych gwiazd, osobliwych obiektów — czarnych dziur. Według tego co dziś wiemy, czarne dziury powstawać mogą jako końcowy etap ewolucji masywnej gwiazdy, która wybuchając jako supernowa może w swym zapadającym się jądrze wytworzyć czarną dziurę. Powinno więc być w każdej galaktyce sporo takich czarnych dziur. Innym miejscem istnienia czarnych dziur mogą być jądra

galaktyk. Spodziewane są tam tzw. supermasywne czarne dziury o masach rzędu milionów mas słonecznych. Teoria względności opisując zapadanie się czarnej dziury przewiduje, że cała materia tworząca taki obiekt skupia się w końcu w centralnym punkcie — tzw. osobliwości — osiągając nieskończone gęstości. Nie wiemy co to fizycznie oznacza i co tak właściwie w tej "osobliwości" się dzieje. Nieskończona gęstość nie ma przecież fizycznego sensu. L. Smolin, odwołując się do pewnych wstępnych rezultatów i prób kwantowej grawitacji, sugeruje, że **osobliwość taka jest początkiem nowego Wielkiego Wybuchu i generuje nowy wszechświat** — „wszechświat niemowlęcy”. Oczywiście ów nowy Wielki Wybuch nie zachodzi w naszej przestrzeni lecz **tworzy nową własną czasoprzestrzeń**, w której ewoluuje nowy wszechświat. Jego dalsza ewolucja przebiegać już może mniej lub bardziej podobnie do znanego nam standardowego scenariusza. Tak więc, według tej śmiałej hipotezy, czarne dziury, te sarkofagi umierających gwiazd, byłyby kolebkami nowych światów. Także nasz wszechświat byłby światem potomnym wygenerowanym przez zapadającą się czarną dziurę w innym, macierzystym względem niego, wszechświecie. Czyż nie fascynująca odpowiedź na często zadawane pytanie — „co było przed Wielkim Wybuchem” ?

Mamy więc propozycję jak się wszechświaty „rozmnażają. Teraz trzeba wprowadzić element mutacji i selekcji naturalnej. Skoro wszechświaty „mnożą się” poprzez czarne dziury to znaczy, że największe szanse przetrwania i rozmnożenia się mają te z nich, w których prawa fizyki i garnitur fundamentalnych stałych sprzyjają takiej ewolucji i kondensacji materii, przy której powstają możliwe liczne czarne dziury. Drugie założenie Smolina mówi, że **powstający z kolapsu czarnej dziury nowy wszechświat niemowlęcy „dziedziczy” prawa i stałe fizyczne po wszechświecie macierzystym. Dziedziczy, lecz niekoniecznie idealnie lecz z**



możliwością pewnych odstępstw i mutacji (podobnie jak organizm biologiczny jest z grubsza podobny do macierzystego lecz nie idealnie; my także nie jesteśmy idealnymi kserokopiami swoich rodziców). Źródłem tych przypadkowych „fluktuacji i mutacji” zestawu stałych fizycznych mogą być z powodzeniem procesy kwantowe zachodzące w momencie osiągnięcia przez kolapsującą materię tzw. progu warunków planckowskich przy gęstościach rzędu 10^{94} g/cm³. Od tego „progu warunków planckowskich” następowałoby owo „odbicie się” kolapsu w kierunku nowego wielkiego wybuchu. Skoro fluktuacje kwantowe zachodzące w momencie przejścia od kolapsu do kreacji Wielkiego Wybuchu mogą spełniać rolę mutacji to znaczy że możliwy staje się też proces selekcji. Nowe wszechświaty niemowlęce, które na skutek takich mutacji otrzymają zestaw stałych fizycznych

nie sprzyjających powstawaniu w nich w przyszłości czarnych dziur zwyczajnie nie rozmnożą się tak efektywnie i w końcu „wyginą”. Selekcja stopniowo upowszechni te zestawy praw, przy których powstają liczne czarne dziury.

No dobrze, rzecz można, ale co ta ciekawa skądinąd koncepcja ma wspólnego z zasadą antropiczną i powstaniem warunków sprzyjających powstaniu życia oraz nas samych? Otóż, według naszej obecnej wiedzy o ewolucji materii we wszechświecie, ewolucja gwiazd niezbędna do wytworzenia czarnych dziur niejako przy okazji produkuje takie życiowo ważne pierwiastki jak węgiel, tlen, azot i inne, i niejako przy okazji ewolucja ta wymaga takiego akurat zestawu stałych fizycznych, przy którym odpowiednie gwiazdy mogą we wszechświecie powstawać. Tempo ekspansji wszechświata też nie może być drastycznie inne niż jest gdyż w przeciwnym razie żadne gwiazdopodobne obiekty nie zdążą się uformować. Aby więc dokładniej zweryfikować zaprezentowaną tu hipotezę kosmologicznego doboru naturalnego należy sprawdzić — choćby w symulacjach komputerowych — czy rzeczywiście zmieniając wartości liczbowe podstawowych stałych otrzymujemy warunki gorsze do powstawania czarnych dziur. Oczywiście łatwiej to powiedzieć niż wykonać. Jak już wspomniałem, stałych tych jest około dwadzieścia i trzeba wypróbować wszelkie możliwe kombinacje zmian, zarówno ku większym jak i mniejszym wartościom liczbowym. Robi się z tego straszna ilość możliwości, jest to jednak pewien sposób na weryfikację. W tym sensie cała koncepcja Smolina jako weryfikowalna zasługuje na miano poważnej hipotezy naukowej.

Przedstawiłem tu w zarysie pomysł odpowiedzi na niektóre z podstawowych pytań jakie nasuwają się ludziom śledzącym — choćby w wersji popularnej — rozwój współczesnej fizyki i kosmologii. Jest to opis z konieczności skrótowy i nie oddający wszystkich szczegółów i niuansów. Czytelnika zainteresowanego obszerniejszym opisem tej hipotezy odsyłam do książek L. Smolina wymienionych poniżej. Nie ma w tej chwili gwarancji, że jego hipoteza wytrzyma próbę konfrontacji z empirią i nabierze statusu teorii. Jej obecna rola jest jednak ważna intelektualnie. Wskazuje bowiem na to, że zaistnieć mogą propozycje naukowego podejścia do zagadnień i pytań, które dotychczas naukom przyrodniczym umykały z pola widzenia i które, jak się wydawało, nigdy do nauki należeć nie będą.

BIBLIOGRAFIA

- J. Barrow, F. Tipler; *The Anthropic Cosmological Principle*, 1986, New York, Oxford Univ. Press.
- E. George; *Before the Beginning*, 1993, Borealean Press, London.
- J. Gribbin, M. Rees; *Kosmiczne Zbiegi Okoliczności*, 1996, Wyd. Cyklady.
- M. Kaku; *Hiperprzestrzeń*, 1995, Wyd. Prószyński & S-ka.
- L. Smolin; *On the fate of black hole singularities and the parameters of the standard model*, 1994
- L. Smolin, *Życie Wszechświata*, 1997, Wyd. Amber.
- L. Smolin; *Trzy Drogi do Kwantowej Grawitacji*, 2001, Wyd. CiS.
- M.Rees; *Przed Początkiem*, 1999, Wyd. Prószyński & S-ka.

Zobacz także te strony:

[Leptony, Hadrony, Kwarki](#)

[Rodzaje i ewolucja gwiazd](#)

Jerzy Sikorski

Profesor Uniwersytetu Gdańskiego, wydział fizyki; kosmolog

[Strona www autora](#)

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 06-06-2002 Ostatnia zmiana: 07-09-2003)

[Oryginał..](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,403) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,403>)

Contents Copyright © 2000-2008 Mariusz Agnosiewicz
Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.
Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę katalogów, skrypty oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do redakcja@racjonalista.pl