

Podane tutaj rozróżnienia i przykłady inspirowane są blogiem Sabine Hossenfelder *Backreaction*, gdzie władający językiem angielskim Czytelnik znajdzie m.in. znacznie obszerniejszą dyskusję tego i pokrewnych tematów.

Modele, modelki, modeliki

Zdarza się, niestety, że odznaczające się lenistwem intelektualnym osoby, niekiedy nawet w randze podsekretarza stanu, potrafią piękną koncepcję naukową, na przykład ewolucję biologiczną, zbyć lekceważącym „to tylko teoria”. Nie od rzeczy będzie zatem przypomnieć, co przyrodnik ma na myśli, kiedy używa słów takich jak „teoria” i „model”.

Można powiedzieć, że zadaniem nauk przyrodniczych jest budowanie modeli dla obiektów lub układów obiektów występujących w rzeczywistości. Modele te pozwalają zrozumieć – i przewidzieć! – zmiany zachodzące w rzeczywistości. Jest to możliwe dzięki istnieniu teorii, czyli zbioru ogólnych reguł określających zachowanie elementów modelu oraz wiążących te elementy z obiektami występującymi w rzeczywistości.

Sztandarowym przykładem modelu fizycznego jest Model Standardowy cząstek elementarnych. Określenie tego modelu polega na podaniu listy cząstek wraz z ich własnościami takimi jak spin, ładunki oraz – jeśli ładunki kilku cząstek pozwalają na oddziaływanie między nimi – „siły” tego oddziaływania. Resztą, czyli na przykład tym, jaki jest rozkład kątowy fotonów rozpraszanych na elektronach, czy mechanizmem wiążącym kwarki w bariony i mezony, zajmuje się lub zajmować się powinna odpowiednia teoria – w tym przypadku jest to kwantowa teoria pola. Teoria ta mogłaby także określać zachowanie jakiegoś zupełnie innego modelu, model taki nie miałby jednak wiele wspólnego z rzeczywistością. Innym przykładem modelu jest standardowy model kosmologiczny, zadany przez podanie czasoprzestrzeni o określonej, choć nieco naruszonej symetrii i listy składników czasoprzestrzeni tę wypełniających. Ewolucją takiego modelu zajmuje się teoria – tutaj ogólna teoria względności wspomaganą gdzieś tam przez kwantową teorię pola.

Uczone przykłady można by mnożyć. Nauka ma jednak to do siebie, że czasem rozsada ramy, w których filozofujący naukowcy chcieliby ją zamknąć. Klasycznym – i wciąż aktualnym – przykładem są losy pomysłu nazwanego *zasadą antropiczną* oraz późniejszych inspirowanych nią idei. W *Delcie* już ponad trzydzieści lat temu przedstawiliśmy Czytelnikom artykuł objaśniający zasadę antropiczną, pozostaje więc, zwłaszcza ku zbudowaniu Czytelników od artykułu tego młodszego, przypomnieć nieco skróconą wersję, opatrując ją refleksjami „późnego wnuka” autora.

K.T.

Zasada antropiczna

lub o tym, co zdaniem niektórych wynika z faktu istnienia życia na Ziemi oraz o braku dowodów na istnienie życia na Marsie i innych ciekawostkach przyrodniczych

Roman JUSZKIEWICZ

Delta 5/1983

Historia pewnego pomysłu. Pół wieku temu Robert Dicke z Uniwersytetu w Princeton, zastanawiając się nad pytaniem, dlaczego Wszechświat jest taki stary, doszedł do dość nieoczekiwane wniosku (nazwanego później *zasadą antropiczną*), że jest tak dlatego, ponieważ... my istniejemy! Rzeczywiście, pierwiastki ciężkie produkowane są we wnętrzach gwiazd, które po upływie czasu rzędu kilku miliardów lat (a więc porównywalnego z wiekiem Wszechświata) eksplodują jako supernowe, rozsiewając wkoło tlen, azot i węgiel. Zatem, gdyby wiek Wszechświata był znacznie mniejszy – nie byłoby pierwiastków ciężkich, bez których powstanie życia byłoby niemożliwe. Gdyby natomiast Wszechświat był znacznie starszy, cała materia zostałaby zamieniona w bezużyteczny żużel i trudno byłoby wykrzesać życie z kosmicznego śmietnika, zawierającego jedynie gwiazdy neutronowe, białe karły i czarne dziury.

Dicke zauważył również, że w podobny sposób można „wytłumaczyć” płaskość (lub inaczej: stosunek efektywnej energii potencjalnej do energii kinetycznej ekspansji równy jedności) oraz izotropię i jednorodność Wszechświata. Okazuje się przy tym, że gdyby po pierwszej sekundzie życia Wszechświata energia kinetyczna była zaledwie o jedną milionową większa od potencjalnej, to później energia kinetyczna ekspansji zdominowałaby energię potencjalną tak dalece, iż uniemożliwiłoby to powstanie galaktyk, ponieważ całkowita energia obłoków będących „zarodkami” galaktyk byłaby dodatnia. W takim modelu również gwiazdy nigdy nie mogłyby powstać i nie zostałyby wytworzone pierwiastki ciężkie, bez których nie jesteśmy w stanie wyobrazić sobie życia.

Gdyby natomiast po owej pierwszej sekundzie stosunek energii potencjalnej i kinetycznej był większy od 1 zaledwie o jedną milionową, to Wszechświat zacząłby się kurczyć już po upływie 100 tysięcy lat od wielkiego wybuchu. Ekspansja zostałaby zatrzymana przy temperaturze rzędu 10^4 K, po czym rozpocząłby się etap kurczenia

Zasadę antropiczną można również zastosować do stałej kosmologicznej, by „wytłumaczyć”, dlaczego jej wartość jest o ponad 120 rzędów wielkości niższa od sugerowanej przez kwantową teorię pola. Rozumowanie takie przedstawił w 1987 roku Steven Weinberg, argumentując, że gdyby wartość stałej kosmologicznej była większa, przyspieszone rozszerzanie się Wszechświata nastąpiłoby wcześniej i uniemożliwiłoby skupianie się materii w galaktyki i gwiazdy. Daje to ograniczenie na stałą kosmologiczną „tylko” o 3 rzędy wielkości większe od wartości wyznaczonej z obserwacji. Wydaje się, że posłużenie się zasadą antropiczną przez laureata Nagrody Nobla z fizyki skłoniło wielu badaczy do prowadzenia tego typu rozważań. (K.T.)