

Pożoga sposobem na inflację?

Według monetarystów źródłem inflacji jest nadmierna emisja pieniądza przez banki centralne, niemająca pokrycia we wzroście podaży dóbr i usług. Choć nie wszyscy zgadzają się z tym poglądem, to mało kto podaje w wątpliwość negatywny wpływ inflacji przekraczającej kilka procent rocznie. Wydawałoby się więc, że nikomu nie powinno zależeć na hiperinflacji, przez którą, ile byś nie miał wczoraj, to nic nie będziesz miał jutro.

A jednak od ponad 20 lat właśnie (hiper)inflacja pozostaje w centrum zainteresowania... kosmologów. Wydaje się najlepszym wytłumaczeniem obserwowanej (i) płaskości (euklidesowości) Wszechświata, (ii) jego jednorodności, (iii) wielkoskalowej struktury i (iv) braku obserwacji defektów topologicznych (np. monopoli). Inflacja ta miałaby dotyczyć samej przestrzeni we wczesnej fazie ewolucji Wszechświata. Dzięki nadświetlnej ekspansji (która nie jest sprzeczna z teorią względności, bo odległości rosną na skutek „przybywania przestrzeni”, a nie ruchu w przestrzeni) Wszechświat stałby się „płaski” i jednorodny, stężenie monopoli spadłoby praktycznie do zera, a kwantowe fluktuacje pozwoliłyby na zapoczątkowanie wielkoskalowej struktury.

Niestety, inflacja nie jest pozbawiona wad. Pomimo lat prób nie udaje się jej w zadowalający sposób powiązać z teoriami kandydującymi do wytłumaczenia najwcześniejszej fazy ewolucji Wszechświata, w której najprawdopodobniej ujawniała się kwantowa natura samej przestrzeni (kwantowa grawitacja).

Nie my pierwsi próbujemy zrozumieć (wymyślić), jak powstał Wszechświat. W myśl zasady „wszystko już było”, pierwowzoru dowolnej teorii kosmologicznej można doszukać się w filozofii starożytnej.

Według stoików, którzy rozpoczęli działalność w Atenach w III wieku przed Chrystusem, a podjęli filozofię przyrody filozofów jońskich (głównie Heraklita z Efezu), Wszechświat był jednorodny, przepelniony ognistym, materialnym tchnieniem (pneuma, $\piνεϋμα$), które zastąpiło niematerialną formę Arystotelesa, podlegającym wewnętrznemu napięciu (tonos, $τόνος$). Według nich Wszechświat cyklicznie kończy się i zaczyna w pożodze (ekpyrosis, $ἐκπύρωσις$), w której z pneuma, żywej, ognistej materii powstają pozostałe trzy żywioły.

Przenikająca wszystko „napięta” materia? Przecież to nic innego jak (jednowymiarowe) struny i brany (obiekty wielowymiarowe ze współczesnych teorii strun). Czy w takich teoriach jest miejsce na początkującą Wszystko kosmiczną pożogę? Okazuje się, że tak. Właśnie taki, zastępujący (standardową) inflację model został zaprezentowany pod koniec marca tego roku [1]. Zamiast nadświetlnej ekspansji autorzy odwołują się do „zjawisk fizycznych pojawiających się w sposób naturalny w teoriach opartych na dodatkowych wymiarach i branach”. Niestety, naturalność ta jest raczej hermetyczna dla zwykłego śmiertelnika.

Popularny obrazek jest jednak na tyle sugestywny, że pojawił się nawet w prasie codziennej. Operacyjny model

został zbudowany w ramach tzw. heterotycznej M-teorii (nie będziemy bliżej tłumaczyć, co to jest, przyjmijmy to jako nazwę własną obiecującej teorii wielowymiarowej, która w niskoenergetycznej granicy zawiera model standardowy oddziaływań fundamentalnych).

Płaski Wszechświat spoczywa na czterech słoniach, które stoją na wielorybie, który... nie, zaraz, to nie ta bajka. W tej Wszechświat jest pięciowymiarową czasoprzestrzenią ograniczoną dwiema (3 + 1)-wymiarowymi hiperpowierzchniami (3-branami) oddzielenymi objętością (ang: *bulk volume*), w której rozprzestrzeniać się mogą jedynie oddziaływania grawitacyjne. Jedna z 3-bran odpowiada widzialnej 4-wymiarowej czasoprzestrzeni, a druga jest tzw. ukrytą braną. Wbrew pozorom jest to rzeczywiście dość standardowa i prosta konstrukcja. Piąty wymiar zwijamy w okrąg i „składamy na pół”, tak że powstają dwa wyróżnione (nieutożsamione) punkty, w których umieszczamy widzialny i ukryty świat. Obecność ukrytego świata jest w tego typu teoriach naturalna i pożądana.

W ekpyrotycznym scenariuszu Wszechświat jest początkowo zimny, płaski i pusty. Jedyne piąty wymiar jest „wygięty” (ang: *warped*). Jego krzywizna jest mała przy ukrytej branie i duża przy widzialnej. Spontanicznie trzecia, „cienka” brana odrywa się od ukrytej brany i wolno podąża przez piąty wymiar w stronę naszej, widzialnej brany. Gdy do niej dociera, rozpala w niej gorący Wielki Wybuch.

Scenariusz ten tłumaczy (i) euklidesowość – warunkami początkowymi niezbędnymi do odtworzenia modelu standardowego, (ii) jednorodność – długim czasem wędrowki trzeciej brany, wystarczającym do zaistnienia przyczynowego kontaktu między odległymi punktami, (iii) wielkoskalową strukturę – fluktuacjami trzeciej brany, (iv) brak defektów topologicznych – stosunkowo niską temperaturą „zapłonu” Wielkiego Wybuchu, która miałaby być niewystarczająca do wytworzenia obiektów o masie porównywalnej z masą Plancka.

Tak przedstawiony model raczej nie budzi zaufania, ale w pracy [1] zawarte są twarde rachunki pokazujące jego działanie. Możliwość stworzenia sensownej całości wcale nie była oczywista. Wskazuje na zaskakującą przydatność heterotycznej M-teorii. Dodatkowo model ten ma bezcenną zaletę. Już w niedługiej przyszłości może zostać obalony. Wprawdzie pozostawione przez niego ślady w kosmicznym promieniowaniu tła (CBR) powinny być takie same jak w teoriach inflacyjnych, to przewiduje on twardsze spektrum fal grawitacyjnych. Mogą one zostać wykryte podczas przygotowanych pomiarów polaryzacji CBR. Dokładniej: wykryte mogą być bardziej miękkie (czerwieńsze) fale wywołane przez inflację. Ich ewentualna detekcja wykluczyłaby tę antyinflacyjną pożogę.

Piotr ZALEWSKI

[1] J. Khoury, B.A Ovrut, P.J. Steinhardt, N. Turok, *The Ekpyrotic Universe: Colliding Branes and the Origin of the Hot Big Bang*, hep-th/0103239.