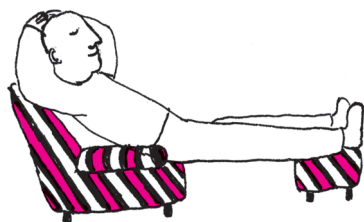


Niebezpieczeństwa innych próżni

Krzysztof TURZYŃSKI



Przypomnijmy krótko, że akcelerator LHC został zaprojektowany, by zderzać przeciwbieżne wiązki protonów mających energię 7 GeV, oraz że w każdym z jego największych detektorów (ATLAS, CMS) miało, według specyfikacji, zachodzić 10^9 zderzeń na sekundę. Daje to ok. 10^{17} takich zderzeń w ciągu całego czasu działania akceleratora.

Podobne argumenty mają także zastosowanie do kwestii produkcji w zderzeniach w LHC fragmentów tzw. dziwnej materii, zwanych po polsku dziwadłkami.

Ciało lubi spoczywać. Ciało fizyczne poruszające się w polu sił potencjalnych spoczywa, gdy znajduje się w minimum energii potencjalnej. Jeśli minimum to jest lokalne, ciało może znaleźć się w innym, niżżej położonym minimum, gdy dostarczy mu dostatecznie dużo energii, by mogło pokonać barierę potencjału, lub gdy zajdzie tunelowanie kwantowe (jego prawdopodobieństwo dla ciał makroskopowych jest nikłe). Dla ciał znajdujących się w naszym otoczeniu, takich jak książki na półkach, wiemy z grubsza, gdzie znajdują się te minima.

Jednak te same zasady stosują się także do największego możliwego układu fizycznego – Wszechświata, z tym że stan realizujący lokalne minimum energii nazywamy *próżnią*. Tymczasem na świecie w odstępach rzędu dziesięciolecia buduje się coraz potężniejsze akceleratory cząstek elementarnych zderzające cząstki z coraz to większymi energiami. Czy prawdopodobne jest, że, jeśli energia potencjalna Wszechświata ma jakieś niżej leżące minimum, w zderzeniu dwóch cząstek w akceleratorze uwolniona zostanie energia, która pozwoli małemu kawałkowi Wszechświata przejść do tego właśnie minimum? Byłoby to, delikatnie mówiąc, niebezpieczne, gdyż taki „bąbelek” nowego stanu rozszerzałby się bardzo szybko, ogarniając coraz większą część Wszechświata wraz ze znajdującymi się w nim strukturami. A zatem, czy wykonywanie eksperymentów przy akceleratorze LHC może zniszczyć Wszechświat? Odpowiedź na to pytanie nie może zależeć od modelu teoretycznego, gdyż właśnie wskazanie tego właściwego jest przecież jednym z głównych celów LHC. Na szczęście, istnieją wyniki badań doświadczalnych pozwalające na rozstrzygnięcie tego dylematu.

Górne warstwy ziemskiej atmosfery są nieustannie bombardowane wysokoenergetycznymi cząstkami elementarnymi zwanymi promieniowaniem kosmicznym – są to w większości protony. Wiele zespołów naukowych bada własności tych cząstek. Najwyższa zarejestrowana dotąd energia cząstki promieniowania kosmicznego to około 10^{11} GeV, przy czym zgodnie ze szczególną teorią względności protony o energii większej niż 10^8 GeV zderzające się ze spoczywającymi protonami ziemskiej atmosfery mają energię zderzenia przekraczającą tę uzyskiwaną w LHC. Wiadomo, że średnia liczba protonów promieniowania kosmicznego o energiach przekraczających 10^8 GeV padających w ciągu sekundy na kilometr kwadratowy górnych warstw ziemskiej atmosfery jest w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalna do kwadratu energii i wynosi około $5 \cdot 10^{-4}$. Mnożąc to przez powierzchnię Ziemi oraz czas istnienia Ziemi (ok. 4,5 mld lat), stwierdzamy, że na Ziemi zaszło już ponad 10^{22} zderzeń proton-proton o energiach przekraczających te z LHC. Można zatem powiedzieć, że na Ziemi sama przyroda wykonała już około 100 000 „eksperymentów LHC” – i nic złego się nie stało.

Jeśli zamiast Ziemi rozważymy Słońce, liczba wykonanych „eksperymentów LHC” wzrośnie do 10^9 . Droga Mleczna zawiera około 100 mld gwiazd, których nasze Słońce jest w miarę typowym przedstawicielem, szacuje się, że w widzialnym Wszechświecie jest 100 mld galaktyk. Oznacza to, że w obserwowalnej części Wszechświata „eksperyment LHC” został już wykonany rzędu 10^{31} razy. Nie ma jednak żadnych obserwacyjnych dowodów na to, że jakaś część Wszechświata jest pożerana przez bąbłę nowej próżni.

A jeśliby powstał akcelerator zderzający protony z energią dziesięciokrotnie większą niż LHC, a do tego sto razy częściej? Wtedy energia protonów promieniowania kosmicznego odpowiadająca energii zderzeń w takim akceleratorze będzie stukrotnie większa, czyli około 10^{14} GeV. Liczba cząstek o energii większej niż wymieniona wyżej zmaleje wówczas o czynnik 10^4 , co oznacza, że wyobrażony tu „eksperyment super-LHC” został już we Wszechświecie przeprowadzony 10^{25} razy.

Czy prawdopodobieństwo zajścia takiego katastrofalnego zdarzenia rzędu 10^{-31} to dużo? Nietrudno sprawdzić, że to trochę mniej niż prawdopodobieństwo wygrania szóstki w totolotka trzy razy pod rząd. Można chyba spać spokojnie.

Bibliografia

J. Ellis, G. Giudice, M. Mangano, I. Tkachev, U. Wiedemann, <http://arXiv.org/pdf/0806.3414>