

Ostatnia taka randka w ciemno

Przygotowania będą zgodnie z planem. Schłodzony już został hel, i to aż do nadciekłości (styczeń 2015), w największej i najzimniejszej lodowce znanego wszechświata. Pierwsze wiązki protonów o energii 6,5 TeV spodziewane są tuż po ukazaniu się tego numeru *Delty*, a pierwsze zderzenia przy 13 TeV mają zajść dwa miesiące później.

LHC budzi się z dwuletniej śpiączki farmakologicznej, w czasie której przeprowadzono kompleksową operację chirurgiczną, która ma pozwolić na użycie tych nigdy wcześniej w kontrolowanych warunkach nieosiągniętych energii.

Newralgiczne są magnesy dipolowe zginające tory protonów w lekko graniaste kółko o obwodzie 27 kilometrów. Budzenie kolosa będzie przeprowadzane powoli i ostrożnie. W szczególności nadprzewodzące uzwojenia dipoli muszą się ułożyć (zaciśnąć) poprzez wielokrotne napełnianie prądem o coraz wyższym natężeniu.

Oprócz energii podniesiona zostanie tzw. świetlnosc, czyli liczba zderzeń w jednostce czasu. Ma to być osiągnięte, między innymi, poprzez zmniejszenie odległości między paczkami protonów z 15 metrów (50 ns) do 7,5 metra (25 ns), czyli do wartości pierwotnie zaprojektowanej. W takim modzie pracy LHC, zanim wtórne miony opuszczą detektor (miony to jedyne cząstki naładowane, które nie grzęzną w materii detektora oraz mają wystarczająco długi do jego opuszczenia czas życia), pojawią się w nim cząstki powstałe w kolejnym przecięciu wiązek, czyli w kolejnych kilkudziesięciu zderzeniach proton-proton.

Będzie to rejestrowane przez do stu tysięcy kanałów elektroniki na detektor i analizowane w czasie rzeczywistym, w celu wybrania kilkuset najbardziej interesujących spośród kilkudziesięciu milionów przypadków na sekundę.

Tak wyglądają przygotowania do *rendez-vous* z nową fizyką. Po raz pierwszy od bardzo dawna wkraczamy w zupełnie nieznaną obszar. Być może jest to ostatnia taka szansa, jeżeli nie ludzkości, to przynajmniej zaangażowanych w to przedsięwzięcie badaczy. Choć precyzyjne plany osiągnięcia jeszcze wyższych energii są bardzo zaawansowane, to ich finansowanie (mówiąc eufemistycznie) nie jest przesądzone. Inaczej niż w przypadku poszukiwania bozonu Higgsa, wcale nie jesteśmy skazani na chwytny sukces.

Maksimum prawdopodobieństwa *a priori* dostrzeżenia przesłanek ewentualnego odkrycia wypada za rok [1], czyli po przeanalizowaniu pierwszej solidnej porcji danych zebranych przy nowej energii. Następnie nadzieja będzie szybko gasnąć (choć – oczywiście – „względna chwilowa nadzieja warunkowa” pozostanie bliska jedności).

Bezpośrednie odkrycie czegoś nowego nie jest jedynym celem LHC. Równie ważne są precyzyjne pomiary, w tym badania bozonu Higgsa. Choć maszyna hadronowa nie jest idealnym do tego narzędziem, to innego nie mamy i długo mieć nie będziemy.

Czego i dlaczego możemy się spodziewać [2]?

Po pierwsze Model Standardowy (którego niedawno odkryty bozon Higgsa jest efektownym zwieńczeniem) nie może być ostatnim słowem, bo np. nie posiada kandydata na ciemną materię czy nie wystarcza do wyjaśnienia ewidentnej asymetrii między materią i antymaterią (bez której materii, w tym nas, we wszechświecie by nie było).

Jednym z ciekawszych argumentów za niekompletnością Modelu Standardowego jest tzw. niestabilność próżni. Istotność tego problemu wynika z mierzonych wartości masy kwarku top oraz bozonu Higgsa. Po wstawieniu tej drugiej (niedawno zmierzonej) wielkości do obliczeń okazało się, że bez nowej fizyki przy skali energii około 10^{10} GeV (lub mniejszej) próżnia jest metastabilna, bo minimum potencjału (determinujące masy bozonów pośredniczących W^\pm i Z^0) jest tylko minimum lokalnym. W każdej chwili wszechświat może przetunelować do głębszego minimum, kończąc swoje istnienie w znanej nam postaci.

Z samej definicji randki w ciemno wynika, że nie wiadomo, na kogo się trafi. W naszym przypadku w ogóle nie ma pewności, że cokolwiek nowego czeka nas w LHC. Można sobie jednak wyobrazić najbardziej odpowiednią kandydatkę. Dla wielu z nas jej imię to Zuzia (SUSY, jak pieszczotliwie zwiemy supersymetrię). Choć nic jeszcze nie wskazuje na jej istnienie, to byłoby naprawę szkoda, gdyby Natura nam spotkania z nią poskąpiła. Ma ona lekarstwo, lub przynajmniej jego obietnicę, na większość bolączek Modelu Standardowego. Jest jedną z niewielu kandydatek na nową fizykę, której bozon Higgsa o masie około 125 GeV/c², w dodatku wyglądający jak ten z Modelu Standardowego, nie tylko nie wyklucza, ale wręcz jest przez nią pożądany.

Poszukiwanie najpopularniejszej, przewidywanej przez nią cząstki ciemnej materii – neutralina – nie jest ograniczone do LHC (próbuję się zarejestrować taką cząstkę pochodzącą z halo galaktycznego lub produkty jej anihilacji), więc randkę może wygrać ktoś inny. W ramach supersymetrii są jednak też tacy kandydaci na to wakujące stanowisko (np. grawitino), których obecność będzie można (pośrednio) wykryć tylko w LHC.

Trzeba jednak uzbroić się w cierpliwość. Na odkrycie bozonu Higgsa czekaliśmy prawie pół wieku. Idea supersymetrii jest niewiele młodsza. LHC ma działać z coraz większą świetlnością (ale już bez istotnego zwiększenia energii) jeszcze przez jakiś mendel wiosen.

Supersymetria, oprócz niezliczonych zalet, ma co najmniej jedną poważną wadę. Nie sposób wykluczyć tej idei, można ją tylko porzucić. Ciekawe, czy rozstrzygnięcie jej użyteczności w fizyce cząstek zajmie więcej niż kopę lat.

Piotr ZALEWSKI

[1] <http://resonaances.blogspot.com/2015/01/do-or-die-year.html>
[2] John Ellis, *The Beautiful Physics of LHC Run 2*, arXiv:1412.2666v1.