

Aby dokonać odkrycia naukowego, zwykle coś najpierw musi się nie zgadzać. Wraz z ciągłym rozwojem naszego rozumienia Świata, odnajdywanie na nim kolejnych rys staje się coraz trudniejsze. Tym razem mowa jest o rysie na lustrze, lustrze pomiędzy materią i antymaterią. Nie jesteśmy jeszcze w stanie wytłumaczyć dlaczego w naszym Świecie jest więcej materii niż antymaterii, aczkolwiek mamy pewne podejrzenia. Wygląda na to, że brakujący kawałek układanki pojawia się za sprawą wyjątkowych posłańców—neutrin.

Przez wiele lat naukowcy na całym Świecie budowali wielkie detektory, żeby złapać chociaż kilka tych nieuchwytnych cząstek. W końcu nauczyliśmy się budować fabryki neutrin, a teraz możemy skupić się na odkrywaniu ich sekretów. Jak na razie wiemy, że występują w trzech typach (neutrino elektronowe, mionowe i taonowe) oraz, że mają bardzo niewielką masę. Okazało się również, że w trakcie lotu na odległość, neutrino mogą zmieniać swoją postać—efekt znany jako oscylacje neutrin. Tutaj pojawia się nasza rysa w lustrze: czy neutrino zmieniają się tak samo w lustrzanym odbiciu naszego Świata? Jeżeli tak, to efekt ten mógłby tłumaczyć mechanizm łamania symetrii pomiędzy materią i antymaterią, który przez wiele miliardów lat mógłby wytworzyć nasz zdominowany przez materię Świat.

Aby udowodnić tę teorię, możemy zmierzyć oddziaływania neutrin w większej odległości od ich źródła: tak aby dać im odrobinę przestrzeni na oscylacje. Jednak samo wykrywanie neutrin to złożony proces, który wymaga pomocy ze strony fizyków teoretycznych. Aby badać zachowanie neutrin musimy myśleć jak neutrino i symulować ich oddziaływania z materią. Służą nam do tego generatory zdarzeń Monte Carlo, które wykorzystując ukrytą w nich wiedzę odtwarzają pełne sytuacje eksperymentalne. Gdy pomiary neutrinowe nie zgadzają się z naszymi przewidywaniami to oznacza dla nas, że musimy się nauczyć jeszcze więcej. Jednak diabeł tkwi w szczegółach. Budując co raz to większe i bardziej złożone detektory powoli wchodzimy w erę precyzji w eksperymentach neutrinowych. Już niedługo nasze całkiem dobre symulacje nie będą wystarczające, będą musiały być perfekcyjne. Naszym celem jest zrobienie kolejnego kroku w kierunku bardziej wiarygodnych przewidywań generatorów Monte Carlo.

W najprostszym ujęciu można sobie wyobrazić oddziaływania neutrin jako rozbijanie trójkąta w grze bilardowej, gdzie biała bila to neutrino, a pozostałe to jądro atomowe. Czasami uderzenie w jedną bilę może pozostać przez pozostałe niezauważone, jednak czasami mocno uderzona biała bila potrafi poruszyć je wszystkie. Eksperymenty neutrinowe posiadają detektory, które mogą co najwyżej śledzić los białej bili po rozbiciu, a na podstawie takich informacji muszą dowiedzieć się wszystkiego o sile z jaką początkowa bila została uderzona. W tej analogii nic co wydarzy się później z kolorowymi bilami nie ma znaczenia. Jednak mechanika kwantowa lubi zaskakiwać, tutaj wszystko ma znacznie.

W świecie kwantowym biała oraz uderzona bila ciągle o sobie pamiętają, a wszystko co później zdarzy się tej kolorowej, będzie miało odzwierciedlenie w prędkości i kierunku białej. Chcemy, aby nasze generatory Monte Carlo odzwierciedlały to zachowanie, jednak taka diametralna różnica wymaga rozwoju zupełnie nowych metod implementacji modeli teoretycznych. Przededefiniowanie naszego rozumienia modeli oddziaływań neutrin w generatorach zdarzeń Monte Carlo to główny cel tego projektu.

Istnieje wiele zaawansowanych modeli oddziaływań neutrin, jednak niewiele z nich znajduje się w generatorach. Jak powiedział kiedyś wybitny fizyk R. Feynman: *Nie ma znaczenia jak piękna jest Twoja teoria, ani jak błyskotliwy jesteś. Jeżeli nie zgadza się ona z eksperymentem to jest błędna.* Dlatego też musimy kontynuować nasze starania, aby eksperymenty neutrinowe mogły korzystać z najlepszych możliwych generatorów Monte Carlo i weryfikowały naszą wiedzę. Ciągłe powtarzanie tego procesu przybliży nas małymi krokami do lepszego zrozumienia nieintuicyjnego zachowania neutrin. Już niedługo ta rysa w rozumieniu Świata zostanie załatwana, a my poszukamy następnej.