

Przetrwanie materii we Wszechświecie pozostaje głęboką zagadką, biorąc pod uwagę zdecydowanie zbyt małą zmierzoną asymetrię między materią a antymaterią w procesach słabego oddziaływania. Do tej pory nie zaobserwowano żadnych oznak podobnych asymetrii w oddziaływaniach grawitacyjnych, elektromagnetycznych i silnych. Oddziaływanie elektromagnetyczne odpowiada za istnienie atomów, cząsteczek i organizmów żywych. Dlaczego więc istnieją gwiazdy, dlaczego istniejemy? Dlaczego Wszechświat istnieje? Czy to oznacza, że istnieją jeszcze inne, nieznanne nam, cząstki i siły odpowiedzialne za przetrwanie materii do naszych czasów? Dotąd nie zaobserwowano sygnałów wskazujących na istnienie nowych oddziaływań. Co więcej, nasze dotychczasowe eksperymenty nie były nawet wystarczająco precyzyjne, aby wykazać, czy w Modelu Standardowym interakcja elektromagnetyczna odpowiednio opisuje anihilację światła elektronów i pozytonów, najlżejszych składników materii i antymaterii.

W ramach tego projektu proponujemy przeprowadzić dedykowany eksperyment o wysokiej precyzji, wykorzystujący innowacyjne technologie rejestrowania fotonów, w celu zmierzenia światła wytwarzanego w anihilacji elektronu z pozytonem (w szczególności w anihilacji atomów pozytonium) pod kątem przetestowania przewidywań Modelu Standardowego lub alternatywnie, aby odkryć asymetrię między materią i antymaterią w sektorze elektromagnetycznym, co stanowiłoby przełom w zrozumieniu Wszechświata i naszego istnienia.

Proponowane badanie opiera się na unikalnych cechach atomu pozytonium, który będąc układem elektronu z pozytonem związanym oddziaływaniem elektromagnetycznym, jest jednocześnie atomem i antyatomem. Atom pozytonium, w przeciwieństwie do zwykłych atomów, jest symetryczny przy wymianie cząstek na antycząstki. Dlatego, atom pozytonium jest idealnym systemem do badania symetrii między materią a antymaterią w przyrodzie.

Na Uniwersytecie Jagiellońskim zaprojektowaliśmy i zbudowaliśmy prototyp pierwszego na świecie pozytonowego tomografu emisyjnego działającego w oparciu o scyntylatory plastikowe. Przeprowadziliśmy wstępne badania pokazujące zdolność skonstruowanego prototypu do pomiaru rozpadów atomów pozytonium na fotony. Zebraliśmy pierwsze dane i przetestowaliśmy symetrię między materią a antymaterią z precyzją kilka razy lepszą niż ta uzyskana w poprzednich eksperymentach (nasze wyniki zaprezentowaliśmy na kilku międzynarodowych konferencjach). Uruchomienie prototypu wykazało, że opracowana przez nas metoda umożliwi przeprowadzenie proponowanych badań ze znacznie wyższą precyzją niż w najlepszych poprzednich eksperymentach.

Głównym rezultatem projektu będzie głębsze zrozumienie materii we Wszechświecie i interakcji elektromagnetycznych odpowiedzialnych za istnienie atomów, cząsteczek i nas samych. W ramach tego projektu przetestujemy symetrię między materią a antymaterią w oddziaływaniach elektromagnetycznych najlżejszych składników materii (elektronu i pozytonu) z dokładnością sto razy większą w stosunku do najlepszych opublikowanych do tej pory wyników eksperymentalnych.