

Popularnonaukowe streszczenie projektu:

Czy znajdzie się miejsce na dziwność we Wszechświecie? W ramach projektu „*Poszukiwanie głęboko związanych stanów kaonowych za pomocą kaonów zatrzymujących się w tarczy węglowej*” planujemy zbadać możliwe istnienie stabilnych form materii dziwnej w ekstremalnych warunkach, takich jakie występują w gwiazdach neutronowych. Kiedy mówimy “dziwność” w kontekście nowoczesnej fizyki, mamy na myśli specyficzny rodzaj dziwności: procesy z tak zwanym kwarkiem dziwnym, należącym do drugiej z trzech istniejących rodzin kwarków w ramach Modelu Standardowego (MS) fizyki cząstek. Materia, z której jesteśmy zbudowani, składa się z kwarków należących tylko do „pierwszej” rodziny: kwarków *górných* i *dolnych*. Dwa kwarki *górne* i jeden *dolny* tworzą proton, zaś dwa *dolne* i jeden *górny* - neutron. Jednak, jak wiemy, w MS istnieje aż 6 różnych rodzajów kwarków! Pełniły one ważną rolę w bardzo wczesnym etapie ewolucji Wszechświata, zaraz po Wielkim Wybuchu, jednak czy jest miejsce w obecnym Wszechświecie, gdzie możemy znaleźć kwarki inne niż *górne* i *dolne*? Najbardziej oczywistym kandydatem do poszukiwań jest kwark “dziwny”, który ma masę około 10 razy większą niż kwark *górny* i *dolny* lecz jest dużo lżejszy niż pozostałe kwarki (*powabny*, *piękny* i *szczytowy*). Planujemy zbadać jaka jest rola materii dziwnej w ekstremalnych warunkach poszukując tak zwanych “*głęboko związanych jąder kaonowych*” (DBKN) w eksperymencie, w którym użyto cząstek zawierających kwark dziwny, zwanych kaonami, generowanych w elektronowo-pozytronowym (pozytron to antycząstka elektronu) zderzaczu DAΦNE we Włoszech, oddziałujących z jądrami węgla w czystej tarczy węglowej (grafit) i dających początek wielu procesom. W wyniku takich oddziaływań może powstać nowa forma materii: jądra z kwarkiem dziwnym, który pełni rolę “kleju” wiążąc jądra dużo silniej niż ma to miejsce w przypadku znanych jąder atomowych, dlatego mówimy, że takie jądra są “głęboko związane”. Ich istnienie jest obecnie mocno dyskutowane, gdyż pewne teorie przewidują ich istnienie, zaś inne negują. Tylko eksperyment może rozstrzygnąć tą kwestię i to właśnie jest naszym celem. Będziemy poszukiwać sygnałów odpowiadających możliwemu istnieniu stanów głęboko związanych i albo je znajdziemy, albo wyznaczymy granicę na ich możliwe istnienie. Oba przypadki przyniosą ważne skutki: jeśli potwierdzimy ich istnienie, zadaniem teorii będzie dokładne ich wyjaśnienie i co więcej, możliwe będzie lepsze zrozumienie struktury gwiazd neutronowych, które najprawdopodobniej nie tylko zawierają neutrony ale również materię dziwną. W przypadku, gdy nie odkryjemy głęboko związanych stanów, równania opisujące gwiazdy neutronowe, tak czy inaczej, będą uwzględniały nasze wyniki, co pozwoli nam na lepsze zrozumienie tego, jak może wyglądać „serce” tego typu gwiazd. Ten rodzaj badań jest niezwykle aktualny i ważny, gdyż właśnie rozpoczęła się era astronomii fal grawitacyjnych, które po raz pierwszy zostały zarejestrowane niedawno przez detektory LIGO i pochodzą ze zderzenia dwóch czarnych dziur. Jednymi z najbardziej interesujących kandydatów na fale grawitacyjne są te, pochodzące z podwójnych gwiazd neutronowych. Dlatego chcielibyśmy wiedzieć jak te gwiazdy są zbudowane, aby móc zrozumieć fale grawitacyjne, które emitują.

W ramach tego projektu, będziemy również poszukiwać innych procesów obejmujących dziwność, które pomogą nam lepiej zrozumieć jak kwarki dziwne oddziałują z materią jądrową. Chcemy także rozwiązać zagadkę, jaką jest struktura rezonansu $\Lambda(1405)$, cząstki obserwowanej w wielu procesach, która ciągle pozostaje niewiadomą.

Podsumowując, zadaniem projektu jest poszukiwanie dziwności w eksperymencie na Ziemi aby móc odpowiedzieć na pytanie “Czy znajdzie się miejsce na dziwność w niebie?” stosując idealne warunki eksperymentalne. Badania prowadzone będą w ramach eksperymentalnego zespołu ekspertów mających silną motywację do znalezienia odpowiedzi.