

Europejska Organizacja Badań Jądrowych CERN zajmuje się badaniem najmniejszych składników materii przy wykorzystaniu akceleratorów, w tym Wielkiego Zderzacza Hadronów (LHC). W LHC wiązki protonów lub jąder ołowiu rozpędzane są do olbrzymich energii i zderzane czołowo wewnątrz detektorów (m.in. ALICE) w celu obserwacji powstałych w ten sposób nowych cząstek i zachodzących pomiędzy nimi oddziaływań. Zderzenie tak małych obiektów wymaga wyjątkowo precyzyjnego procesu przyspieszania i sterowania wiązkami. Można to porównać do sytuacji, w której wiązkę strzał wypuszczonych przez grupę łuczników chcielibyśmy strącić przy użyciu podobnej wiązki strzał wypuszczonych w przeciwnym kierunku przez podobną grupę łuczników, przy czym "strzały" są znacznie mniejsze, a ich prędkości bliskie prędkości światła.

Zadanie jest więc bardzo trudne i w praktyce może zostać zrealizowane tylko dla kilku rodzajów jąder atomowych (w tym protonów). W standardowym procesie przygotowania wiązki do zderzenia część cząstek wyraźnie odstających od innych zostaje pochłonięta w specjalnych barierach (kolimatorach). Celem projektu jest zbadanie możliwości wykorzystania zakrzywionych kryształów krzemowych do przechwycenia takich cząstek i skierowania ich na specjalnie przygotowaną tarczę wewnątrz detektora ALICE. Pozwoli to uzyskać wiązkę cząstek o rekordowo wysokiej energii zderzanej ze stacjonarną tarczą. Dzięki temu możliwe będzie prowadzenie dodatkowych eksperymentów z fizyki cząstek elementarnych i badanie procesów niedostępnych w zderzeniach czołowych w LHC – tym bardziej, że tarcza może być zbudowana z praktycznie dowolnego materiału. Taki unikatowy układ eksperymentalny dostarczy informacji, które pomogą odpowiedzieć na część z najważniejszych pytań współczesnej fizyki cząstek, fizyki kwarków i gluonów, plazmy kwarkowo-gluonowej, zagadnień dotyczących promieniowania kosmicznego i wielu innych. Większość tych zjawisk jest niedostępna przy innej konfiguracji eksperymentu.

Możliwość wykorzystania kryształów do sterowania torem cząstek, choć wynika z zasad mechaniki kwantowej, jest w istocie bardzo łatwa do zobrazowania. Kryształ ma uporządkowaną strukturę wewnętrzną, w szczególności może mieć budowę warstwową, gdzie płaszczyzny krystaliczne oddzielone są od siebie pustą przestrzenią, tworząc coś na kształt torów. Cząstki uderzając w kryształ wpadają w te tory i są wzdłuż nich prowadzone, tak że ostatecznie opuszczają kryształ bez istotnych zaburzeń. Dodatkowo, kryształ w procesie produkcji może zostać zakrzywiony, co oznacza, że również znajdujące się wewnątrz tory będą zakrzywione, co pozwala na zmianę trajektorii lotu cząstki. Jest to niezwykle wydajny proces: kryształ o długości kilku milimetrów wywołuje odchylenia odpowiadające najsilniejszym dostępnym magnesom o długości kilku metrów, nie wymagając do pracy żadnego źródła zasilania.

Badania przeprowadzone zostaną przy użyciu specjalnych programów do symulacji pracy akceleratora, które umożliwiają obliczenie trajektorii cząstek w celu odtworzenia rzeczywistych warunków w LHC. W rezultacie powstanie projekt układu eksperymentalnego zoptymalizowany na dostarczenie wystarczającej liczby cząstek do zderzeń z tarczą, bez jakiegokolwiek negatywnego wpływu na normalne funkcjonowanie LHC. Przeprowadzone zostaną również testy eksperymentalne w celu potwierdzenia skuteczności rozwijanego układu eksperymentalnego.

Sterowanie torem cząstek przy pomocy kryształów to zupełnie nowa technologia i nie jest jeszcze powszechnie używana w akceleratorach. Rozwijany projekt byłby pierwszym przypadkiem zastosowania kryształów w celu doprowadzenia cząstek do zderzeń z tarczą wewnątrz detektora, otwierając tym samym zupełnie nowe możliwości badawcze i pozwalając na zebranie danych eksperymentalnych, które pozwolą poszerzyć wiedzę o cząstkach elementarnych.