

Streszczenie popularno-naukowe

Składników materii nie można zobaczyć gołym okiem. Ani elektronów, ani protonów nie dostrzeżemy przy użyciu najbardziej nawet zaawansowanych mikroskopów. O ich obecności dowiemy się, gdy włączymy światło, skorzystamy z telefonów, czy popatrzymy w niebo. Każde zjawisko w przyrodzie jest wynikiem czterech podstawowych oddziaływań działających na kilkanaście, dobrze już znanych, cząstek.

Badania reguł, według których stworzona została materia, wkroczyły ocenie w etap, gdzie tworzymy obiekty, istniejące we wczesnym stadium Wszechświata, a których ewolucja doprowadziła do obecnego stanu. Za powstanie Wszechświata uważa się tzw. Wielki Wybuch, czyli anomalie, w której nadzwyczaj gęsta i ogromna energia stała się źródłem ciężkich cząstek i oddziaływań między nimi. W Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) obserwujemy ułamek tej energii – w kołowym akceleratorze przyspieszane są protony, a w czterech miejscach jego obwodu wiązki protonów są zderzane. Energia wyzwolona w zderzeniu materializuje się w postaci, zwykle kilkuset, cząstek i fotonów, które rejestrowane są przez detektory. Pomiar energii i miejsc produkcji i rozpadu tych cząstek są wykorzystywane do postawienia wniosków, jak powstała, z czego się składa i dlaczego tak została zbudowana, materia.

Dokładność takiego pomiaru zwiększa się wraz z energią protonów. Równie szybko rośnie stopień skomplikowania urządzeń do rejestracji danych i złożoność metod ich analizy. Naturalne jest, że pod wpływem padających cząstek działanie detektorów się pogarsza, co daje błędne pomiary i finalnie prowadzi do konieczności wymiany ich najbardziej wrażliwych części. Koszt tych urządzeń jest bardzo wysoki, najlepiej zatem, jak już na etapie projektu dobrane będą odpowiednio odporne na promieniowanie materiały, co wydłuży czas działania detektora. Ale jak można przewidzieć, ile powstanie cząstek w procesach przy zderzaniu protonów o nigdy wcześniej nieosiągalnych energiach i gęstościach? W tym celu opracowywane są modele oddziaływań, które po każdym nowym eksperymencie są aktualizowane i weryfikowane. Dzięki temu eksperymenty na LHC zbierały z powodzeniem dane w latach 2010-2012 (okres Run I) i 2015-2019 (Run II) i dostarczyły nowe wytyczne do modeli na następny okres, Run III, który rozpocznie się w roku 2021.

Modele fizyczne zawierają zwykle kilka parametrów, które opisują różne procesy fizyczne. Niektóre z nich, np. produkcja cząstek o dużych pędach i kątach względem wiązek protonów, są dobrze opisywane przez teorię (chromodynamikę kwantową, QCD). Natomiast cząstki z niskimi energiami, produkowanymi pod małym kątem, są tylko częściowo rejestrowane przez detektory i trudno dla nich o jedną, spójną teorię. Dlatego też ta składowa stanowi zagrożenie dla detektorów – jest słabiej poznana i nie do końca przewidywalna.

Przedłożony projekt ma na celu oszacowanie, ile, jakie i o jakiej energii cząstki produkowane będą do końca okresu RUN III zbierania danych. Obliczenia te są kluczowe do przewidzenia zniszczeń radiacyjnych w krzemowych detektorach eksperymentu LHCb. Na podstawie pierwszych zderzeń w 2021, które będą zachodzić z mniejszą niż nominalna LHC częstością, wyznaczona zostanie krotność przypadków naładowanych i produkcja energii.

Z danymi porównane zostaną istniejące modele oraz, w razie rozbieżności, zaproponowane poprawki. Spektrometr LHCb umożliwi identyfikację cząstek w szerokim zakresie pędów, co jest unikalne w eksperymentach na LHC. Dzięki temu można wyznaczać strumienie konkretnych hadronów, a nie tylko całkowitą fluencję, co wprowadzało dotychczas największe niepewności. Fluencja wyznaczona zostanie na podstawie danych doświadczalnych, co umożliwi jej stały pomiar i szacowanie efektów zniszczeń radiacyjnych w czasie trwania eksperymentu.

Do wykonania zadania konieczne są wyniki z wcześniejszych badań, jak nieelastyczny przekrój czynny na oddziaływanie protonów, bardzo dobra znajomość parametrów wiązek i sposobu ich zderzania. Wyniki z projektu posłużą do oceny, czy detektory będą musiały być wymieniane przed końcem zbierania danych i czy działają poprawnie. Będą stanowiły również istotny wkład do projektów nowych eksperymentów.