

Zrób sobie eksperyment

Jak odkryć nową cząstkę elementarną? Lata doświadczeń przyzwyczyły nas do myśli, że trzeba w tym celu wybudować potężny detektor i zrzeszyć do wspólnej pracy setki, jeśli nie tysiące fizyków. W przypadku zespołu detektora ATLAS przy LHC w CERN-ie zdarza się, że sama lista autorów publikacji naukowej opisującej najnowsze wyniki zajmuje jedną trzecią artykułu. Przekłada się to na ogromne koszty wybudowania i bieżącej obsługi, także naukowej, takiego detektora, więc decyzja o budowie nowego układu eksperymentalnego, np. w postaci akceleratora i stowarzyszonych z nim urządzeń, jest ważną decyzją polityczną. Przykładem może być marcowa decyzja rządu japońskiego o odłożeniu w czasie rozważania wsparcia budowy Międzynarodowego Zderzacza Liniowego (ILC, *International Linear Collider*).

Pomimo bardzo dużego nakładu pracy projektantów i wieloletniego namysłu nad ich konstrukcją współczesne wielkie detektory cząstek elementarnych nie są w stanie zarejestrować wszystkich potencjalnie pojawiających się w ich wnętrzu cząstek elementarnych. Detektory przy LHC mierzą cząstki produkowane w zderzeniach proton-proton (lub zderzeniach ciężkich jonów), o ile cząstki te odchyliły się dostatecznie od wiązki protonów. Tymczasem w niektórych bardzo interesujących propozycjach teoretycznych występują cząstki ciemnej materii o bardzo małej masie. Ich doświadczalna detekcja byłaby bardzo ważna dla zrozumienia tego tajemniczego składnika naszego Wszechświata. Cóż z tego, skoro cząstki te produkowane są przede wszystkim w rozpadach znanych cząstek elementarnych pędzących z ogromnymi prędkościami *wzdłuż* wiązki w detektorze?

Tego rodzaju myśli dręczyły z pewnością niejednego fizyka cząstek elementarnych. Zastanawiał się nad tym także Sebastian Trojanowski, który, uzyskawszy magisterium na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (z autorem tych słów jako opiekunem, który teraz bezwstydnie grzeje się w blasku cudzej sławy) oraz doktorat w Narodowym Centrum Badań Jądrowych pod kierunkiem prof. Leszka Roszkowskiego, wyjechał na staż podoktorski do Uniwersytetu Kalifornijskiego w Irvine. Tam, pod kierunkiem Jonathana Fenga, rozpoczął badania w zespole, w skład którego wchodził także Iftah Galon i Felix Kling.

Owoce tych prac była następująca koncepcja. Wiele cząstek postulowanych przez teoretyków, w tym cząstki ciemnej materii, nie ma ładunku elektrycznego. Oznacza to, że są niemal niewrażliwe na obecność silnych pól magnetycznych, które utrzymują wiązkę protonów w LHC na torze (prawie) kołowym. Gdyby zatem taka neutralna cząstka została wytworzona w punkcie zderzenia protonów, to jej trajektoria byłaby linią prostą stopniowo oddalającą się od wiązki protonów. Można by zatem umieścić na takiej linii jakiś, niekoniecznie duży, detektor cząstek, w nadziei, że te nowe cząstki po rozpadzie znowu będą oddziaływać ze znaną

materią. Powstało jednak pytanie, czy gdzieś w tunelu mieszczącym akcelerator znalazłoby się miejsce na jeszcze jeden niewielki eksperyment.

Jak duży? Feng, Galon, Kling i Trojanowski obliczyli, że w odległości pół kilometra od punktu zderzenia protonów wiązka nowo powstających neutralnych cząstek mogłaby mieć szerokość kilku centymetrów. Dodatkowo szczęśliwy przypadek sprawił, że wiązka ta przechodziłaby przez nieużywany tunel serwisowy poprzednika LHC – akceleratora LEP. Idea zbudowania nowego detektora nie była zatem aż tak szalona, jak to się teoretykom początkowo wydawało. Nie było jednak łatwo przekonać eksperymentatorów do porzucenia swoich zwykłych zajęć i wsparcia projektowania nowego urządzenia, które zostało ochrzczone mianem FASER, od angielskiego *ForwArd Search ExpeRiment*.

Szczęście nie opuszczało twórców FASER-a w jeszcze jednej kwestii. Zbudowanie każdego profesjonalnego układu doświadczalnego wymaga zgromadzenia pewnej liczby części zapasowych na wypadek awarii. W przypadku wielkich i skomplikowanych detektorów ATLAS i CMS tych części trzeba było przygotować szczególnie dużo. Tymczasem detektory okazały się znacznie bardziej niezawodne niż w pesymistycznych scenariuszach, według których skalkulowano zapotrzebowanie na części zapasowe. Część z nich można było zatem przekazać nowo powstającemu eksperymentowi.

W efekcie w lutym FASER uzyskał obietnicę pełnego finansowania od prywatnych amerykańskich fundacji zajmujących się wspieraniem nauki i na początku marca zostały zaaprobowane do zbudowania przez CERN. Obecnie trwa bowiem dwuletnia przerwa, podczas której akcelerator LHC zostanie istotnie ulepszony, aby mogło się w nim zderzać więcej cząstek. W tym samym czasie będzie także powstawał FASER. W końcu 2020 roku wiązka protonów zagości ponownie w akceleratorze i wszystkie detektory, łącznie z FASER-em zaczną zbierać dane, a pierwsze nowe analizy ujrzą światło dzienne w 2021 roku.

Cała ta historia dostarcza kilku morałów. Pierwszy, prześmiewczy: dobra marka to potęga i naukowcy nie cofną się przed niczym, żeby mieć dobrze brzmiący akronim. Drugi, dający nadzieję młodym badaczom: świat idei jest bardzo pojemny i na pewno w nauce jest jeszcze wiele ciekawych pomysłów, na które warto wpaść. I wreszcie trzeci, inspirujący: dobra koncepcja i wytrwałość w jej realizacji to ważne składniki sukcesu.

Krzysztof TURZYŃSKI

- J. L. Feng, I. Galon, F. Kling and S. Trojanowski, “ForwArd Search ExpeRiment at the LHC”, *Phys. Rev. D* **97** (2018) 035001.
- A. Ariga *et al.* [FASER Collaboration], “Letter of Intent for FASER: ForwArd Search ExpeRiment at the LHC”, arXiv:1811.10243 [physics.ins-det].
- A. Ariga *et al.* [FASER Collaboration], “Technical Proposal for FASER: ForwArd Search ExpeRiment at the LHC”, arXiv:1812.09139 [physics.ins-det].
- A. Ariga *et al.* [FASER Collaboration], “FASER: ForwArd Search ExpeRiment at the LHC”, arXiv:1901.04468 [hep-ex].