

Od zarania dziejów ludzie byli zainteresowani badaniem otaczającego ich świata. Impulsem do działania były zarówno względy praktyczne, jak i czysto poznawcze, a jednym z fundamentalnych pytań było to o skład oraz właściwości materii. Zdolność rozdzielcza ludzkiego oka (miara odległości na jaką mogą być oddalone dwa przedmioty zanim zleją się w jeden) stanowiła przez długi czas naturalną przeszkodę w badaniu bardzo małych obiektów. Po wynalezieniu takich przyrządów jak lupa a później mikroskop otwarto świat obiektów o rozmiarach rzędu mikronów.

Używane obecnie mikroskopy optyczne pozwalają uzyskać powiększenie rzędu kilku tysięcy razy. Granica powiększenia bierze się z faktu, że aby móc obserwować strukturę jakiegoś przedmiotu, to długość fali padającego światła musi być mniejsza od jego rozmiarów. Naukowcy potrafili obejść te ograniczenia np. budując tzw. mikroskopy skaningowe, w których dzięki elektronicznemu pomiarowi mikroskopijnych odchyleń próbnika można badać obiekty rzędu pojedynczych atomów.

W celu jeszcze głębszego spojrzenia na strukturę materii, np. badania składu pojedynczego atomu, konieczne jest zastosowanie jeszcze innego rozwiązania -- zamiast światła używane są cząsteczki materii (takie jak elektrony czy protony). Jak wiadomo z mechaniki kwantowej długość fali takiej cząstki zależy od energii jaką ona posiada -- im większa energia tym mniejsza długość fali. Rozwiązaniem jest więc budowa mikroskopu wykorzystującego cząsteczki. Takie urządzenia nazywamy akceleratorami i konstruujemy je od przeszło 100 lat, a każdy postęp technologiczny sprawia, że kolejne takie mikroskopy są lepsze od poprzednich. Konieczność rozpadania cząstek tak, by uzyskiwały jak najwyższe energie pociąga za sobą konieczność stosowania coraz większych i silniejszych urządzeń. Największe takie urządzenie znajduje się w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN. Działający tam akcelerator nazywany Wielkim Zderzaczem Hadronów (LHC) ma 27 km obwodu!

Czego fizycy poszukują przy pomocy tak monstrualnego urządzenia? Badania skupiają się z grubsza na dwóch punktach:

- poszukiwaniu nowych aspektów materii (jak np. odkryty niedawno bozon Higgsa),
- sprawdzanie, czy nasze aktualne rozumienie świata jest zgodne z nowymi danymi.

Moja praca, „Ekskluzywna produkcja lekkich mezonów: pomiędzy teorią a eksperymentem”, adresuje oba te punkty.

Należy tutaj zaznaczyć, że nie znamy dokładnego opisu naszego świata -- w celu wy tłumaczenia zjawisk w nim zachodzących budujemy modele teoretyczne i formułujemy prawa na podstawie dokonywanych obserwacji. Czasem obowiązujące teorie należą do zmodyfikowania w świetle nowych danych -- tak stało się na przykład z mechaniką Newtonowską, która przestaje działać w przypadku bardzo dużych prędkości, gdzie należy zastąpić ją Szczególną Teorią Względności.

Podobnie ma się sprawa w przypadku modeli opisujących zachowanie materii -- trzeba sprawdzić, czy ich przewidywania nie stoją w sprzeczności z nowymi pomiarami. W jaki sposób powiż jednak równania wyprowadzone przez teoretyków na kartce papieru z rzeczywistymi sygnałami z detektorów mierzących dany proces? W fizyce wysokich energii wykorzystuje się do tego generatory Monte Carlo. Silnikiem, czy też rdzeniem takiego generatora są formuły teoretyczne. Na ich podstawie komputer może wygenerować proces, który chcemy badać. Dla przykładu, jeden z procesów, które mają być badane za pomocą skonstruowanego narządzia jest następujący:

- bierzemy dwa protony o rozpadzone do określonej, dostępczej na danym akceleratorze cząstki, energii,
 - zderzamy je ze sobą,
 - w wyniku zderzenia protony tracą część energii i lecą dalej, a z nadwyżki energetycznej powstają dwa naładowane mezony pi.
- Powyższy proces nazywamy ekskluzywnym, gdy możemy zmierzyć wszystkie wyprodukowane cząstki. Jest to unikatowe zjawisko, gdy zwykle oddziałujące protony ulegają zniszczeniu, a ich pozostałości nie mogą zostać zmierzone.

Właściwości wyprodukowanych cząstek takie jak ich energia, pęd, czy też kierunek w którym lecą są jednymi z możliwych rozwiązań w tym wzorze teoretycznym. Możliwość generowania takich procesów umożliwia ich dalsze badanie za pomocą symulacji komputerowych. Wykorzystując znane od stulecia prawa rządzące oddziaływaniami cząstek z materią fizycy eksperymentatorzy tworzą modele detektorów. Postęp, jaki dokonał się w ostatnich dziesięcioleciach sprawia, że modele te bardzo dobrze opisują rzeczywistość. W konsekwencji przewidywania teorii zawartych w generatorach Monte Carlo mogą być bardzo dobrze porównane do rzeczywistości -- zebranych danych eksperymentalnych. To z kolei pozwala na sprawne weryfikowanie przewidywań teoretycznych i systematyczne poszerzanie wiedzy o otaczającym nas świecie.

Tworzony przeze mnie generator będzie zawierał szereg procesów produkcji lekkich mezonów. Przewidywania uzyskane w wyniku działania tego narzędzia mogły zostać zweryfikowane przez dane pochodzące z największego działającego obecnie akceleratora cząstek Wielkiego Zderzacza Hadronów LHC. W momencie powstawania generator ten będzie najnowocześniejszym narzędziem tego typu -- jego silnik będzie zawierał najnowsze, zaawansowane modele teoretyczne. W szerszej perspektywie skonstruowany generator pozwoli na:

- potwierdzenie, że nasze rozumowanie świata jest poprawne,
- zachęcenie fizyków zajmujących się teorią cząstek do dalszych prac w tym kierunku,
- zmotywowanie fizyków pracujących na LHC do dalszych, dokładniejszych testów modeli ekskluzywnej produkcji.