

Ciemna materia: modele teoretyczne, cząstki kandydatki i perspektywy ich do wiadczonego odkrycia

Zagadka ciemnej materii jest niewątpliwie obecnie jednym z kilku najbardziej podstawowych wyzwań fizyki i kosmologii cząstek. Jej istnienie jako jednego z najważniejszych składników Wszechświata (ok. 26% bilansu masy-energii) zostało potwierdzone przez ogromną ilość danych obserwacyjnych. Wiele argumentów teoretycznych nie sugeruje, że najbardziej naturalnym rozwiązaniem zagadki ciemnej materii jest jakaś nieznana cząstka elementarna, która jest masowa i słabo oddziałująca (z angielskiego: weakly interacting massive particle, w skrócie WIMP). Stąd ta hipoteza WIMPa praktycznie dominuje dziedzinę. Z drugiej strony, nikt nie wie, czym tak naprawdę jest ciemna materia we Wszechświecie, nawet przyjmując powszechnie przyjęty paradygmat, że jest nią tzw. termiczny WIMP - ciemna materia wyprodukowana przez odprężenie z gorącej plazmy we wczesnym Wszechświecie. WIMP bowiem to kategoria, jak się okazuje, dość ogólna i nie mówi, czym dokładnie jest cząstka stanowiąca ciemną materię. Można to zobaczyć jedynie poprzez owocną współpracę poszukiwaczy do wiadczonego i badań teoretycznych. Te zaś są prowadzone w ramach konkretnych modeli cząstek elementarnych, głównie „nowej fizyki” poza tzw. Modelem Standardowym. Lista możliwych rozwiązań jest długa, ale od wielu lat najbardziej obiecującym podejściem są tzw. modele supersymetryczne z najlżejszym neutralinem jako ciemną materię. W ramach tego podejścia jest kilka niezwykle ciekawych i umotywowanych rozwiązań, chociaż może być też inne.

Jednym z głównych celów Projektu będzie uaktualniona ocena tych i innych kandydatów na ciemną materię w świetle nowych danych oczekiwanych w ciągu kilku następnych lat z poszukiwaczy ciemnej materii i z Wielkiego Zderzacza Hadronów (Large Hadron Collider). Jest bardzo prawdopodobne, że dane te doprowadzą do wiadczonego potwierdzenia jednego z tych rozwiązań, lub też z drugiej strony do ich znacznego ograniczenia, a nawet wykluczenia. W rezultacie ta druga opcja zapewne doprowadzi z czasem do nawet zarzucenia obecnie dominującego paradygmatu termicznego WIMPa. W każdym z tych przypadków, pozytywnym lub negatywnym, należy oczekiwać, że będzie to miało ogromny wpływ na przyszłość programu poszukiwaczy ciemnej materii.

Najbardziej obiecującym wydaje się możliwość detekcji w ciągu następnych kilku lat przewidzianego przez teorię sygnału ciemnej materii w obecnie budowanych detektorach. Nie można tego wykluczyć, że ciemna materia zostanie odkryta w sposób lub w pomiarze, gdzie sygnał jest obecnie mniej oczekiwany. Takie doniesienia trzeba będzie dokładnie zbadać i tak będzie dokonano próby ich teoretycznego wyjaśnienia za pomocą modeli lub mechanizmów. Istnieją też inne możliwe i ciekawe rozwiązania tak w ramach paradygmatu termicznego WIMPa oraz poza nim. Badanie ich prawdopodobnie doprowadzi do nowych przewidywań, które by mogły zostać zweryfikowane przez do wiadczenie. Można więc być nadal wiele, ale nowe dane do wiadczonego, które w ciągu kilku następnych lat napłyną z nowych, dużo bardziej czułych detektorów, najprawdopodobniej doprowadzą do przełomu w dziedzinie. Tylko czas pokaże, czy będzie to odkrycie cząstki ciemnej materii typu WIMP przewidzianej przez teoretyków, czy też coś zupełnie nieoczekiwanego.