

# Ewolucja gęstości i temperatury cząstek w modelach z samooddziaływającą ciemną materią

## Popularnonaukowe streszczenie projektu

Jednym z największych sukcesów XX-wiecznej fizyki jest wyjaśnienie budowy otaczającej nas materii i oddziaływań zachodzących pomiędzy jej składnikami. Dzięki proponowanym modelom teoretycznym i ich weryfikacji w zderzacach cząstek o co raz większej energii udało się ustanowić model standardowy cząstek elementarnych. Opisuje on cząstki elementarne, które tworzą materię, takie jak kwarki i leptony oraz cząstki odpowiedzialne za oddziaływania silne (gluony) oraz elektroslabe (bozony  $Z$ ,  $W$  i fotony). Badania nad modelem standardowym zostały zwieńczone poprzez potwierdzenie istnienia cząstki Higgsa w eksperymentach działających przy Wielkim Zderzaczu Hadronów.

Model Standardowy sformułowany jest w języku kwantowej teorii pola. Jest to teoria, która opisuje wyniki eksperymentów poprzez oddziaływania wypełniających przestrzeń pól fizycznych, których wzbudzeniami są obserwowane cząstki elementarne. Nie ma powodu by sądzić, że zakres stosowalności tej teorii ograniczony jest do opisu oddziaływań cząstek zachodzących w ziemskich laboratoriach. Wprost przeciwnie, np. kalkulacje oddziaływań pomiędzy cząstkami zachodzącymi w kilka sekund po Wielkim Wybuchu doprowadziły do wyjaśnienia obserwowanych zawartości najlżejszych pierwiastków we Wszechświecie, co stanowi jedno z największych osiągnięć kosmologii.

Mimo licznych sukcesów modelu standardowego badanie ewolucji Wszechświata jako całości i astrofizyczne obserwacje obecnych w nim struktur takich jak galaktyki i ich gromady pokazuje, że znane nam formy materii odpowiadają jedynie za niewielką część energii we Wszechświecie (4,9%). Resztę stanowi zagadkowa ciemna energia (69,2%) oraz tzw. ciemna materia (25,9%), która nie może składać się z cząstek modelu standardowego.

Wiemy, że ciemna materia nie oddziałuje ze światłem, czyli promieniowaniem elektromagnetycznym, ale może ona komunikować się z nami na inne sposoby. W ramach tego projektu będziemy badać oddziaływania pomiędzy ciemną materią i cząstkami Modelu Standardowego, zachodzące we wczesnym Wszechświecie i te które zachodzą obecnie w galaktykach. Posłużą one do analizy ewolucji jej gęstości i temperatury w wyniku której powstała obserwowana ilość cząstek ciemnej materii. Zbadamy jaki wpływ na powstanie gęstości reliktowej ciemnej materii miała różnica temperatur pomiędzy materią widzialną i ciemną materią oraz wprowadzimy poprawki do przewidywań obecnych modeli. Przeanalizujemy także cechy ciemnej materii, które wpływają na rozkład masy w galaktykach i rozmiary galaktyk karłowatych otaczających Drogę Mleczną. Badania posłużą do zbudowania nowych modeli ciemnej materii, które spełniają znane ograniczenia eksperymentalne i mogą doprowadzić do kolejnych ciekawych przewidywań.