

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Istotą fizyki jest poszukiwanie wiedzy, odkrywanie i zrozumienie praw rządzących otaczającym nas światem. Od reguł określających zachowanie się cząstek subatomowych po te dotyczące gwiazd, galaktyk, a nawet całego widzialnego Wszechświata. Jednym z narzędzi w arsenale fizyka pozwalających sprostać temu wyzwaniu są teorie efektywne. Właściwie skonstruowane pozwalają połączyć dostępne dane doświadczalne z przewidywaniami teoretycznymi, które nie mogą być jeszcze eksperymentalnie zweryfikowane ze względu na ograniczenia technologiczne. Jednocześnie niejako zmuszają one naukowców do pamiętania, iż nasz opis świata jest zawsze niedoskonały ze względu na olbrzymi poziom skomplikowania przedmiotu badań. Za sztandarowy przykład teorii efektywnej można uznać Model Standardowy fizyki cząstek elementarnych. Pozwala on zrozumieć właściwości najmniejszych spośród obecnie znanych składników materii. Na drugim końcu spektrum skali badanych zjawisk leżą zagadnienia związane z kosmologią i astrofizyką. Podstawę naszego rozumienia tych zagadnień stanowi Ogólna Teoria Względności Einsteina. Stworzona ponad sto lat temu, pozwoliła ona na wyjaśnienie właściwości pola grawitacyjnego za pomocą geometrii czasoprzestrzeni.

Celem proponowanego projektu jest opracowanie metodyki pozwalającej na rozszerzenie formalizmu uniwersalnego działania efektywnego (matematycznego zapisu efektywnej teorii pola) tak, aby mogło ono być stosowane w przypadku, gdy czasoprzestrzeń jest zakrzywiona. Uzyskany formalizm uniwersalnego działania efektywnego w zakrzywionej czasoprzestrzeni zostanie użyty do uwzględnienia pola grawitacyjnego w wybranych modelach materii kwantowej. Przeanalizowane zostanie jego znaczenie dla stabilności próżni, jak również dla procesu generacji asymetrii materia-antymateria. Dodatkowo, uzyskane teorie efektywne opisujące modele ciemnej materii zostaną przeanalizowane pod kątem możliwości istnienia w ich ramach masywnych egzotycznych obiektów, na przykład gwiazd złożonych z ciemnej materii.

Metodyka badawcza opracowana w ramach niniejszego projektu może przyczynić się do odkrycia nowych, jak i pogłębienia naszej wiedzy na temat znanych już zjawisk na styku fizyki wielkiego Wszechświata i małych cząstek. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia kosmologii i astrofizyki.