

Michał Iglicki

Collider and early-Universe interactions of dark matter in Higgs-portal models
(streszczenie)

Niniejsza rozprawa poświęcona jest oddziaływaniom ciemnej materii, opisywanej modelami z portalem Higgsa, we wczesnym Wszechświecie oraz w zderzaczach cząstek. Po przypomnieniu najistotniejszych pojęć z zakresu kosmologii, w tym równania Boltzmann'a oraz mechanizmu freeze-outu („wymrożenia”), dokonujemy krótkiego przeglądu fizyki ciemnej materii, obejmującego dowody na jej istnienie oraz dyskusję proponowanych kandydatów na ciemną materię (rozdział 3), jak również doświadczalne poszukiwania ciemnej materii (rozdział 4).

Rozdziały 5 i 6 zawierają oryginalne wyniki. Pierwszy z nich omawia problem osobliwości w kanale t : zjawiska mającego wpływ na procesy z masywnym, stabilnym mediatorem w kanale t , znajdującym się na powłoce masy. Wystąpienie owego problemu prowadzi do osobliwości elementu macierzowego opisującego proces, co powoduje, że wartość odpowiedniego przekroju czynnego jest nieskończona. Po wyznaczeniu ścisłego warunku na wystąpienie osobliwości w danym procesie typu $2 \rightarrow 2$, przedstawiamy mechanizm regularyzacji oparty o uwzględnienie oddziaływań pomiędzy potencjalnie osobliwym mediatorem a otaczającym gazem cząstek. Owe oddziaływania ograniczają czas życia mediatora, co pozwala na wprowadzenie efektywnej szerokości rozpadu, regularyzującej potencjalnie osobliwy proces. Rozdział 6 prezentuje analizę produkcji ciemnych cząstek w przyszłych zderzaczach e^+e^- , operujących w energiach maksymalizujących przekrój czynny na proces typu Higgs-strahlung (ok. 240–250 GeV). Bierzemy w nim pod uwagę obecne limity ograniczające przestrzeń parametrów wykorzystanych modeli ciemnej materii i szacujemy maksymalny możliwy przekrój czynny na proces produkcji. Dochodzimy do następującego wniosku: mimo że modele ciemnej materii podlegają poważnym ograniczeniom wynikającym z braku rezultatów obecnych i przeszłych doświadczalnych poszukiwań, ciemna cząstka mogłaby być wydajnie produkowana i wykrywana w przyszłych zderzaczach, jeśli wartości parametrów są zbliżone do optymalnych. Ponadto, w wymienionym rozdziale badamy wpływ spinu ciemnej cząstki na tempo produkcji: mimo że wszystkie trzy analizowane modele ciemnej materii dają podobną maksymalną wartość przekroju czynnego na produkcję (na poziomie 60 fb), kształt dozwolonej przestrzeni parametrów różni się w zależności od spinu, co w zasadzie mogłoby umożliwić odróżnienie od siebie przypadków cząstek ciemnej materii o różnych spinach.

Modele ciemnej materii użyte w niniejszej rozprawie są w pełni spójnymi, renormalizowalnymi modelami z portalem Higgsa. Wraz z pewnymi szczegółami obliczeń przeprowadzonych w pracy, są one opisane w dodatkach.