

Темные фотоны: новый ключ к разгадке тайны темной материи? | Космология

Дата публикации: 20.06.2025

В поисках разгадки одной из величайших тайн современной физики — природы темной материи — ученые сделали важный шаг вперед. Исследователи из Вашингтонского университета и Института теоретической физики Периметра предложили инновационный подход, который может реабилитировать темные фотоны как серьезных кандидатов на роль частиц темной материи. Этот гипотетический класс частиц, обладающих массой и слабо взаимодействующих с обычной материей, долгое время рассматривался как потенциальный компонент темной материи, но сталкивался с фундаментальными теоретическими ограничениями.

Ключевая проблема заключалась в так называемых "космических струнах" — протяженных структурах, которые образуются, когда темные фотоны приобретают массу на ранних этапах эволюции Вселенной. Эти струноподобные конфигурации не могут объяснить наблюдаемое распределение темной материи в галактиках, что ставило под сомнение саму возможность существования темных фотонов как компонента темной материи.

Новое исследование предлагает элегантное решение этой проблемы через механизм "отложенного производства". Введя дополнительное скалярное поле, которое эволюционирует со временем, ученые смогли смоделировать сценарий, где темные фотоны приобретают массу значительно позже в истории Вселенной. Этот подход позволяет избежать условий высокой плотности, приводящих к образованию космических струн, сохраняя при этом все необходимые свойства темной материи.

Особый интерес представляет предложенный механизм "убегающего потенциала", который создает условия для экспоненциального роста числа темных фотонов в нужный космологический момент. Этот процесс, известный как тахионная нестабильность, позволяет темным фотонам заполнить Вселенную именно тогда, когда это необходимо для формирования наблюдаемой крупномасштабной структуры.

Экспериментальные перспективы нового подхода особенно обнадеживают. В отличие от предыдущих моделей, где темные фотоны должны были быть практически необнаружимыми, предложенный сценарий допускает их взаимодействие с обычной материей на уровнях, доступных для современных экспериментальных установок. Такие проекты, как DM-Radio, ALPHA и MADMAX,

получают новые ориентиры для поиска, что значительно повышает шансы на обнаружение этих загадочных частиц в ближайшем будущем.

Космологические следствия модели также представляют значительный интерес. Задержка в производстве **темных фотонов** приводит к характерным особенностям в распределении темной материи на малых масштабах, которые могут проявляться в виде специфических гравитационных эффектов или особенностей в движении звезд. Эти предсказания могут быть проверены с помощью нового поколения телескопов, предлагая независимый способ верификации теории.

Исследование открывает новые горизонты в понимании природы темной материи, демонстрируя, что даже, казалось бы, исключенные теоретические варианты могут получить вторую жизнь благодаря нетривиальным космологическим сценариям. По мере того как экспериментальные методы становятся все более чувствительными, а теоретические модели — более изощренными, шансы на разгадку тайны темной материи продолжают расти.

Ссылка: «Обнаруживаемая и бездефектная темная фотонная темная материя»
DOI: [10.1103/PhysRevLett.134.211002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.211002).