

Эксперимент на LHC подтвердил устойчивость теории относительности Эйнштейна в экстремальных условиях

Дата публикации: 26.01.2025

Ученые на Большом адронном коллайдере (LHC) провели масштабное исследование, чтобы проверить одно из основополагающих утверждений специальной теории относительности Эйнштейна — симметрию Лоренца. Эта симметрия предполагает, что физические законы остаются неизменными независимо от ориентации и скорости движения системы в пространстве-времени. Новый эксперимент, в котором анализировались столкновения топ-кварков — самых массивных известных элементарных частиц — подтвердил, что теория Эйнштейна выдерживает испытание даже при рекордно высоких энергиях.

Специальная теория относительности (СТО), сформулированная Альбертом Эйнштейном в 1905 году, является краеугольным камнем [современной физики](#) и лежит в основе Стандартной модели. Однако некоторые альтернативные теории, включая определенные версии теории струн, предполагают, что на экстремальных энергетических масштабах СТО может давать сбои. Проверка этой гипотезы стала ключевой задачей для исследователей.

В эксперименте коллаборации CMS на LHC ученые изучили миллионы [столкновений](#) протонов, в результате которых рождались пары топ-кварков. Эти частицы идеально подходят для подобных исследований, так как они обладают огромной массой и коротким временем жизни. Если бы симметрия Лоренца была нарушена, то частота появления топ-кварков должна была бы зависеть от ориентации эксперимента и даже от времени суток, из-за вращения Земли.

Результаты исследования показали, что независимо от времени и направления протонных пучков, частота образования топ-кварков оставалась неизменной. Это свидетельствует о том, что даже при энергиях, достигаемых на LHC, законы физики продолжают действовать так, как предсказывает теория относительности. Ученые использовали эти данные для установления новых пределов на параметры, которые могли бы сигнализировать о нарушении симметрии Лоренца. Эти пределы оказались в 100 раз более точными, чем в предыдущих исследованиях на ускорителе Теватрон.

Подтверждение устойчивости СТО в экстремальных условиях имеет далеко идущие последствия. Во-первых, оно усиливает доверие к Стандартной модели, которая описывает взаимодействие элементарных частиц. Во-вторых,

исследование открывает новые перспективы для дальнейшего изучения физических процессов с участием других массивных частиц, таких как бозон Хиггса и W- и Z-бозоны, что может пролить свет на скрытые механизмы природы.

Коллаборация CMS уже планирует использовать данные следующего запуска ЛНС для проведения ещё более точных экспериментов, которые позволят детально изучить возможные отклонения от теории относительности. Дальнейшие исследования помогут уточнить границы применимости СТО и, возможно, обнаружить новые физические явления, которые могут лежать за пределами современной научной картины мира.

Таким образом, подтверждение симметрии Лоренца при экстремальных условиях еще раз демонстрирует, насколько точной и универсальной является теория Эйнштейна, продолжая оставаться основой современной физики.

Ссылка: «Поиски нарушения лоренц-инвариантности в рождении пар топ-кварков с использованием событий дилептонов в столкновениях протонов с энергией 13 ТэВ» DOI: [10.1016/j.physletb.2024.138979](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2024.138979).