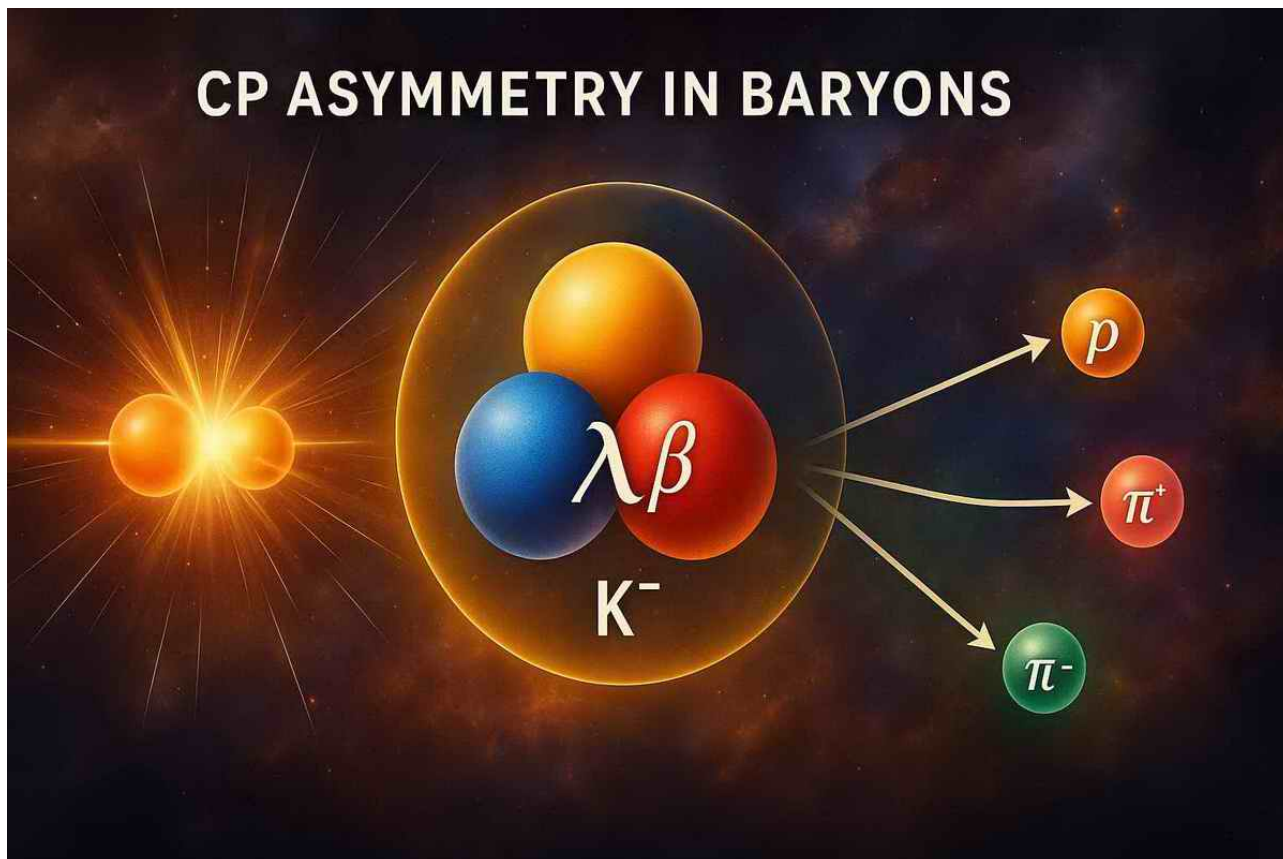


Почему исчезла антиматерия: барионы раскрывают новые грани космической асимметрии



Дата публикации: 17.07.2025

С момента зарождения Вселенной один из главных вопросов физики остаётся без окончательного ответа: почему окружающий нас мир состоит почти исключительно из материи, хотя при Большом взрыве должно было возникнуть равное количество материи и антиматерии? Согласно космологическим теориям, эти две формы вещества должны были аннигилировать друг друга, оставив лишь излучение. Но этого не произошло — материя каким-то образом одержала верх. В поисках объяснений учёные обратились к субатомному миру, и новое открытие, сделанное в рамках эксперимента LHCb на Большом адронном коллайдере, может дать ключ к этой загадке.

Исследователи впервые зафиксировали нарушение так называемой CP-симметрии в распадах барионов — сложных субатомных частиц, состоящих из трёх кварков. Именно барионы, включая протоны и нейтроны, составляют основную массу обычной материи, из которой построены звёзды, планеты и живые организмы. До недавнего времени эксперименты наблюдали нарушения

CP только в мезонах — частицах, образованных парой кварк-антикварк. Однако расширение области наблюдения CP-асимметрии на барионы означает важный шаг вперёд в нашем понимании фундаментальной природы материи и антиматерии.

CP-симметрия (зарядовая сопряжённость и пространственное отражение) в идеале предполагает, что поведение частицы и её античастицы должно быть зеркально симметричным. Когда эта симметрия нарушается, это означает, что физические процессы могут идти по-разному в системах, отличающихся только направлением времени и знаком заряда. Такое нарушение, хотя и не полностью объясняет преобладание материи, является необходимым условием для существования асимметричной Вселенной. Именно на этом эффекте построены современные гипотезы о механизмах, нарушивших симметрию в ранней Вселенной.

В новой работе, опубликованной в Nature, команда Сюэтина Яна из LHCb представила анализ данных, полученных в результате высокоэнергетических столкновений протонов. В этих событиях регистрировались распады редких барионов, таких как Λ_b^0 , на определённые конечные состояния с последующим анализом асимметрий между их поведением и аналогичными распадами соответствующих антибарионов. Измеренные различия оказались статистически значимыми и указывают на явное нарушение CP-симметрии.

Это первое экспериментальное подтверждение подобного эффекта в барионной системе — результат, который не только усиливает доверие к предсказаниям Стандартной модели, но и открывает путь к поиску новых источников асимметрии, не описанных текущими теориями. Ведь существующие расчёты CP-нарушения в рамках Стандартной модели недостаточны для объяснения масштабного преобладания материи над антиматерией в современной Вселенной. Значит, возможно, существуют ещё не открытые физические законы или частицы, способные объяснить этот дисбаланс.

Важность работы также заключается в выборе объекта исследования. Барионы — это не абстрактные компоненты физики высоких энергий, а основа всего материального мира. Если асимметрия затрагивает именно эти частицы, это означает, что ключевые процессы, повлиявшие на состав Вселенной, могли быть связаны с барионной материей ещё на самых ранних стадиях космической эволюции. Полученные результаты могут быть началом серии новых исследований, направленных на выявление аналогичных эффектов в других барионных системах или в более редких каналах распада.

Кроме того, новые данные побуждают пересмотреть и расширить границы Стандартной модели — базовой теории, описывающей взаимодействие

элементарных частиц. Хотя модель успешно объясняет большинство известных физических процессов, она не охватывает такие явления, как тёмная материя, гравитация в квантовом масштабе и очевидная асимметрия материи и антиматерии. Именно поэтому каждый экспериментальный выход за её пределы становится драгоценной возможностью для расширения физической картины мира.

В долгосрочной перспективе исследования CP-нарушений в барионах могут не только пролить свет на тайны происхождения космоса, но и помочь разработать новые теоретические модели, включая гипотезы о суперсимметрии, расширенных симметриях или скрытых секторах материи. Возможно, за рамками известных частиц существует целый пласт взаимодействий, следы которых мы начинаем замечать лишь теперь.

Таким образом, открытие CP-асимметрии в барионах — это не просто уточнение свойств субатомных частиц, а потенциально один из важнейших шагов в понимании, почему мы вообще существуем. И хотя до окончательного объяснения исчезновения антиматерии ещё далеко, это наблюдение указывает путь, по которому наука может его найти.

Ссылка: «Коллаборация LHCb, Наблюдение нарушения симметрии заряда и четности в распадах барионов» DOI: [10.1038/s41586-025-09119-3](https://doi.org/10.1038/s41586-025-09119-3).