

Ложный вакуум и пузырь апокалипсиса: физики смоделировали гибель Вселенной в лаборатории



Дата публикации: 22.05.2026

Представьте себе абсолютную пустоту. Не космос с редкими атомами и фотонами, а состояние, в котором нет ничего: ни вещества, ни света, ни времени в привычном понимании. Физика называет это вакуумом. Долгое время считалось, что вакуум — это самое низкое энергетическое состояние Вселенной, фундаментальное дно реальности. Но во второй половине XX века возникла тревожная идея: возможно, наш вакуум не является истинным минимумом энергии. Возможно, существует более глубокое состояние — истинный вакуум, а наш мир находится лишь в метастабильной ловушке, способной разрушиться в любой момент. В 2026 году физики из Tsinghua University впервые смоделировали этот процесс в лабораторных условиях, воспроизведя рождение пузырей новой фазы, которые теоретически способны уничтожить Вселенную.

Концепция ложного вакуума проще всего объясняется через образ горного ландшафта. Представьте шар, лежащий в углублении на склоне. Он находится в устойчивом положении, но не в самом низком. Ниже есть ещё одна впадина, отделённая энергетическим барьером. Пока шар остаётся в верхней яме,

система выглядит стабильной. Но достаточно сильного толчка или квантового туннелирования — и шар провалится вниз навсегда. Согласно современным моделям космологии, наша Вселенная может находиться именно в таком состоянии. Ложный вакуум — верхняя впадина; истинный вакуум — нижняя; пузырь истинного вакуума — область пространства, где переход уже произошёл.

Если такой пузырь когда-либо возникнет, последствия окажутся абсолютными. Граница пузыря будет распространяться со скоростью света, а внутри него изменятся сами законы физики. Константы, определяющие структуру материи, могут принять другие значения: массы элементарных частиц, сила электромагнитного взаимодействия, параметры гравитации. Атомы перестанут существовать в привычной форме, химические связи разрушатся, биология станет невозможной. Это будет не взрыв и не столкновение объектов, а переписывание самой ткани реальности. Всё, чего коснётся граница пузыря, окажется подчинено новым законам природы.

Создать настоящий распад вакуума в лаборатории невозможно — для этого потребовалась бы энергия космологических масштабов. Однако физики смогли воспроизвести систему, математически эквивалентную вакуумному распаду. В эксперименте использовались ридберговские атомы рубидия, выстроенные в кольцевую структуру. В состоянии Ридберга электроны находятся на гигантских орбитах, благодаря чему атомы становятся чрезвычайно чувствительными к внешним полям и взаимодействиям между собой. Такая система идеально подходит для моделирования сложных квантовых процессов.

Команда создала два устойчивых состояния с разной энергией, разделённых барьером. Более высокоэнергетическое состояние стало моделью ложного вакуума, более низкое — истинного. Система была максимально изолирована от внешней среды, чтобы исключить влияние теплового шума. Это позволило наблюдать чисто квантовый распад, возникающий исключительно благодаря туннелированию.

После перевода атомного кольца в состояние ложного вакуума физики начали наблюдение за его эволюцией. Теория, разработанная ещё в 1977 году, предсказывала, что переход должен происходить не мгновенно, а через рождение локальных пузырей новой фазы. Эксперимент подтвердил это почти идеально. Внутри системы спонтанно появлялись крошечные области истинного вакуума, которые затем расширялись и постепенно вытесняли старое состояние.

Самым неожиданным результатом стала роль квантовой запутанности. Когда атомы предварительно переводили в запутанное состояние, распад ложного вакуума резко замедлялся. Пузыри появлялись реже, росли медленнее и дольше не захватывали систему целиком. Фактически квантовая запутанность работала

как стабилизатор метастабильного состояния. Это стало первым экспериментальным подтверждением идеи о том, что запутанность способна влиять на скорость вакуумного распада.

Результаты имеют огромное значение для фундаментальной физики, поскольку математические уравнения, описывающие ридберговские атомы, совпадают с уравнениями квантовой теории поля, применяемыми к космологическому вакууму. Разные физические объекты подчиняются одной и той же математике. Поэтому эксперимент отражает реальные механизмы, которые потенциально могут происходить в космосе.

Вопрос о том, является ли наш вакуум ложным, остаётся открытым. Современные параметры Стандартная модель допускают метастабильность Вселенной. Измерения массы бозона Хиггса и топ-кварка показывают, что наша реальность может находиться близко к границе устойчивости. Расчёты дают невероятно малую вероятность распада за время существования Вселенной — значения вроде 10 в минус сотой степени. Практически ноль. Но не абсолютный.

Теоретически пузырь истинного вакуума может возникнуть в экстремальных условиях: вблизи чёрных дыр, внутри нейтронных звёзд, рядом с гипотетическими космическими струнами или при столкновениях ультраэнергичных космических лучей. Если такой пузырь родится, человечество не сможет заранее его обнаружить. Граница движется со скоростью света, а никакая информация не распространяется быстрее. Мы узнаем о распаде ровно в тот момент, когда он достигнет нашей области пространства.

Концепция ложного вакуума тесно связана и с теорией мультивселенной. Инфляционная космология предполагает, что ранняя Вселенная находилась в состоянии высокоэнергетического ложного вакуума. Его распад породил вещество, излучение и наблюдаемую структуру космоса. Однако распад мог происходить не одновременно во всех областях. Некоторые регионы продолжают инфлировать до сих пор, формируя бесконечно растущую мультивселенную. В таком сценарии наша Вселенная — лишь один пузырь истинного вакуума среди бесчисленного множества других.

Главная ценность эксперимента заключается не в апокалиптическом подтексте, а в появлении новой экспериментальной платформы для изучения квантовых фазовых переходов. Теперь физики могут наблюдать процессы, которые десятилетиями существовали только в виде уравнений. Можно изменять параметры барьера между вакуумами, добавлять шум, усиливать или ослаблять запутанность и напрямую видеть, как меняется динамика распада.

Следующий этап исследований предполагает переход от одномерного кольца

к двумерным решёткам из сотен ридберговских атомов. Это позволит наблюдать столкновения пузырей, образование сложных границ фаз и коллективные эффекты. Эксперимент также поможет уточнить модели квантового туннелирования и стабильности вакуума в реальной Вселенной.

Физика вновь показала, что даже пустота может быть нестабильной. Вакуум, который долгое время считался абсолютным основанием реальности, оказался динамической структурой, потенциально способной перейти в совершенно иное состояние. Вероятность такого события исчезающе мала, но сам факт его теоретической возможности меняет наше понимание Вселенной. Идея о том, что всё существующее может зависеть от тонкого баланса квантовых полей, остаётся одной из самых тревожных и одновременно самых красивых концепций современной науки.