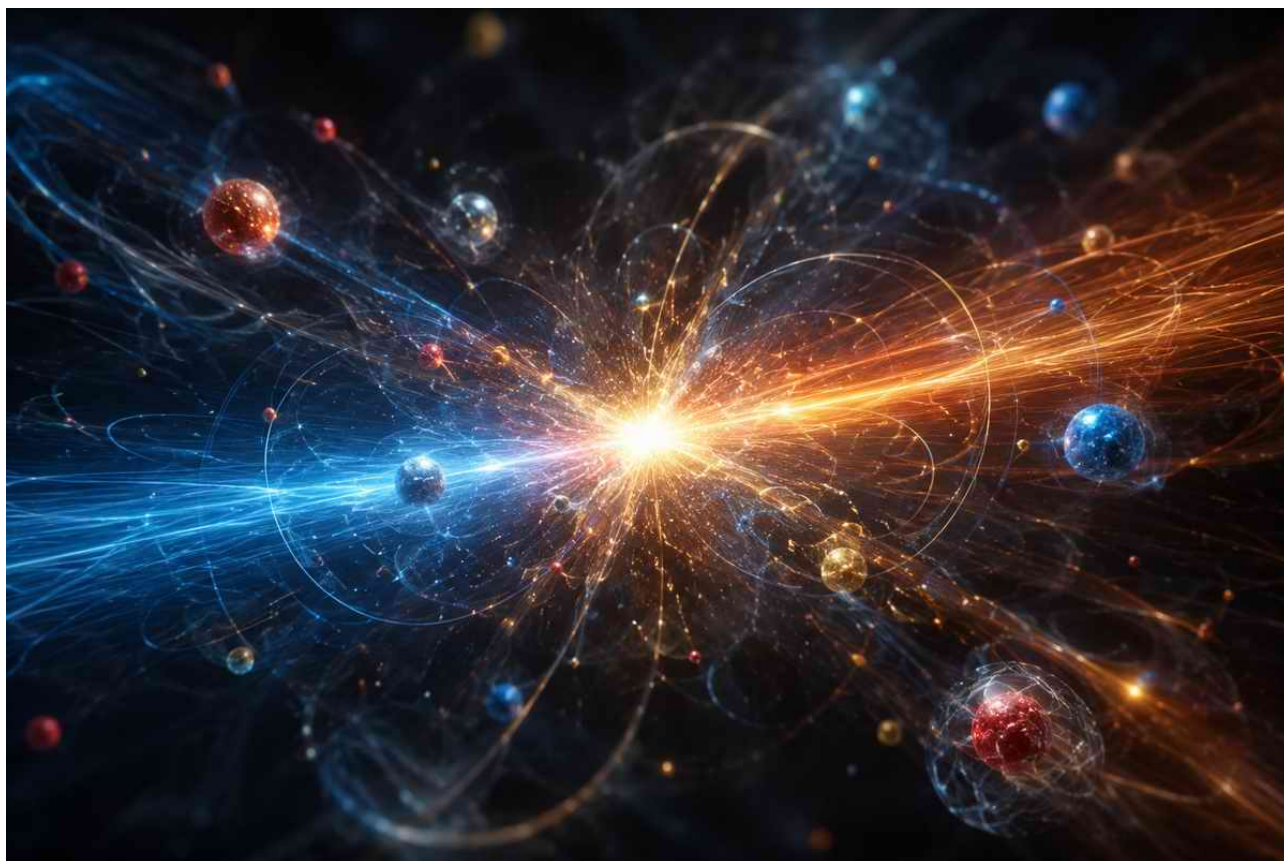


Физики приблизились к открытию глюбола — необычной частицы, состоящей почти только из глюонов



Дата публикации: 17.08.2026

Почти полвека физики пытаются обнаружить одну из самых необычных частиц, предсказанных Стандартной моделью. Речь идет о глюболе — крайне нестабильном состоянии материи, которое должно состоять преимущественно из глюонов, переносчиков сильного взаимодействия. Теперь эксперименты на Пекинском электрон-позитронном коллайдере дали, возможно, самые убедительные свидетельства его существования.

Обычная материя построена из атомов, внутри которых находятся протоны и нейтроны. Они, в свою очередь, состоят из кварков. Но кварки не существуют внутри протона независимо друг от друга: их удерживает сильное взаимодействие, переносчиками которого служат глюоны.

Именно отсюда возникает необычное предсказание квантовой хромодинамики. В отличие от фотонов, переносящих электромагнитное взаимодействие, глюоны способны взаимодействовать между собой.

Теоретически это позволяет им образовывать связанные состояния без необходимости использовать кварки в качестве основной конструкции частицы.

Такие состояния получили название глюболов. Их существование было предсказано около 50 лет назад, однако экспериментальный поиск оказался чрезвычайно сложным. Глюбол нельзя положить под микроскоп или непосредственно зарегистрировать детектором: он существует ничтожную долю секунды и практически сразу распадается на другие частицы.

Поэтому физики ищут его косвенно — по массе, квантовым характеристикам и набору продуктов распада. Дополнительную проблему создает то, что состояния из глюонов могут смешиваться с обычными мезонами, содержащими кварк и антикварк. В результате определить истинную природу обнаруженного резонанса чрезвычайно трудно.

Главным кандидатом теперь стала частица $X(2370)$, обнаруженная коллаборацией BESIII в 2011 году. Эксперименты проводятся на установке BEPCII в Пекине, где электроны сталкиваются с позитронами, своими антиматериальными партнерами. В подобных столкновениях возникает множество короткоживущих частиц, свойства которых можно восстановить по следам их распада.

Особенно важен для поиска глюболов мезон J/ψ . Его распады создают условия, в которых рождаются состояния с большим вкладом глюонов, поэтому физики давно рассматривают такие события как одно из наиболее перспективных мест для поиска новой формы материи.

В предыдущем крупном анализе исследователи изучили около 10 миллиардов событий с участием J/ψ . Это позволило значительно точнее определить характеристики $X(2370)$, включая ее массу и квантовые числа, связанные со спином и четностью.

Полученные параметры оказались близки к теоретическим расчетам для легчайшего псевдоскалярного глюбола с квантовыми числами 0^{-+} . Но одного совпадения массы недостаточно: похожими характеристиками потенциально могут обладать и другие составные частицы.

Поэтому ученые продолжили изучать каналы распада $X(2370)$. Новый анализ дал еще один важный результат: поведение частицы соответствует так называемому ароматовому синглету. В упрощенном виде это означает отсутствие выраженного предпочтения определенному типу кварков в продуктах ее взаимодействий — именно такого поведения физики ожидают от состояния, основу которого составляют глюоны.

Совокупность признаков позволила исследователям сделать более сильный вывод. Они предполагают, что глюбол является доминирующей составляющей $X(2370)$. Иными словами, речь может идти не просто о частице, свойства которой случайно напоминают теоретический глюбол, а о состоянии, в структуре которого глюонный компонент играет главную роль.

Если вывод подтвердится, открытие станет важной экспериментальной проверкой квантовой хромодинамики. Эта теория чрезвычайно успешно описывает сильное взаимодействие, однако некоторые ее предсказания в области сложных связанных состояний остаются трудными для экспериментальной проверки.

Глюбол особенно интересен потому, что представляет необычную форму материи. Большинство знакомых составных частиц строятся из кварков, тогда как здесь переносчики фундаментальной силы сами формируют связанное состояние. Именно способность глюонов взаимодействовать друг с другом делает подобную конструкцию возможной.

Однако говорить об окончательном обнаружении пока рано. Необходимо исследовать дополнительные каналы распада $X(2370)$, повысить точность измерений и проверить, насколько хорошо результаты согласуются с расчетами квантовой хромодинамики. Важно также окончательно исключить альтернативные объяснения внутренней структуры частицы.

Тем не менее новые данные существенно усиливают позиции $X(2370)$ как кандидата в глюбол. После десятилетий поисков физики получили сразу несколько совпадающих признаков — подходящую массу, необходимые квантовые числа и характер распадов.

Если дальнейшие эксперименты подтвердят эту интерпретацию, глюбол станет одним из наиболее необычных известных проявлений сильного взаимодействия. Его обнаружение покажет, что глюоны способны не только скреплять кварки внутри привычных частиц, но и создавать собственные кратковременные формы материи — возможность, предсказанную теорией почти полвека назад.

Ссылка: «Легчайший глюбол с квантовыми числами 0^{-+} как основная составляющая частицы $X(2370)$ » [Исследование доступно в виде препринта на arXiv.](#)