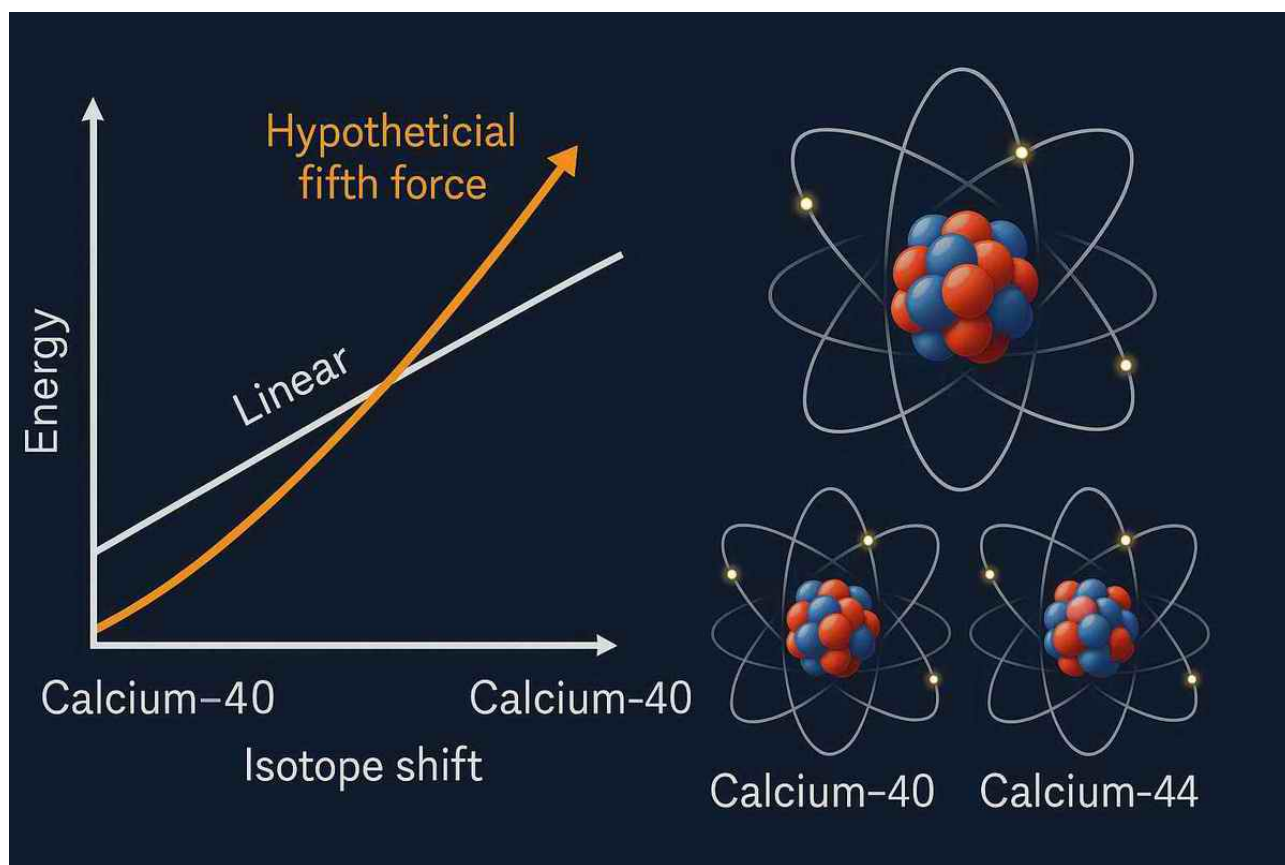


Физики сужают границы пятой силы: как диаграмма Кинга помогает искать новую физику



Дата публикации: 24.06.2025

Несмотря на потрясающую точность Стандартной модели физики элементарных частиц, она не может объяснить фундаментальные явления Вселенной — от природы тёмной материи до преобладания материи над антиматерией. В поисках более широкой теории учёные всё чаще обращаются к экспериментам, выходящим за рамки привычного, и одним из таких методов стал анализ изотопного сдвига с помощью диаграммы Кинга. Этот подход может выявить следы гипотетической пятой силы — взаимодействия, не описываемого Стандартной моделью.

Исследователи из РТВ, института Макса Планка и ЕТН Цюриха провели прецизионные измерения переходов в ионах кальция Ca^+ и Ca^{14+} , достигнув точности на уровне сотен миллигерц. Применив методику квантовой логической спектроскопии и новые методы масс-спектрометрии, они построили диаграмму Кинга с беспрецедентной точностью, что позволило выявить существенные отклонения от линейности — признак наличия эффектов, не объясняемых Стандартной моделью.

Такие нелинейности ранее могли быть интерпретированы как свидетельства новой физики, включая бозон Юкавы — потенциальный переносчик пятой силы, связывающей нейтроны и электроны. Однако часть эффектов может объясняться явлением ядерной поляризуемости — способностью ядра изменять форму под действием внешних электромагнитных полей. Эта величина крайне трудна для теоретического расчёта, что накладывает ограничения на трактовку данных.

Чтобы обойти эту проблему, команда добавила третий переход в анализ, тем самым создав многомерный вариант диаграммы Кинга. Это позволило значительно уточнить параметры для силы Юкавы и отделить вклад поляризуемости от потенциальных признаков новой физики.

Впервые была зафиксирована нелинейность на уровне более 1000 сигм — отклонение, статистически исключающее простой шум. По мере дальнейшего уточнения ядерных моделей, особенно по части поляризуемости, становится возможным более точно определять границы существования пятой силы. В планах — измерения с точностью до 10 мГц и расширение многомерного анализа, что может открыть ещё более узкое окно в физику за пределами Стандартной модели.

Работа также подчёркивает важность кооперации разных областей физики: от оптической спектроскопии и ядерной структуры до теоретической интерпретации атомных взаимодействий. Подобные междисциплинарные проекты становятся ключом к разгадыванию самых фундаментальных тайн природы.

Ссылка: «Нелинейный график короля кальция ограничивает новые бозоны и ядерные свойства» DOI: [10.1103/PhysRevLett.134.233002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.233002).