**"NA64 ставит пределы - на сколько новые Х-бозоны могли бы изменить магнетизм электрона"**

Новости ЦЕРН, 29 апреля 2021г.

Оригинал: <https://home.cern/news/news/physics/na64-sets-bounds-how-much-new-x-bosons-could-change-electrons-magnetism>

Стандартная модель физики элементарных частиц по прежнему чрезвычайно успешна. Однако, она не является полной теорией, поэтому физики продолжают искать новые частицы и силы, которые могли бы помочь завершить модель, а также объяснить некоторые противоречия с ее предсказаниями, или “аномалии”, в поведении известных частиц. В статье, принятой к публикации в Physical Review Letters, коллаборация NA64 описывает, как поиск новых неизвестных частиц – легких “Х-бозонов”, которые могли бы быть переносчиками новой силы, – позволил ей установить ограничения на возможный  вклад этих частицы в одно из фундаментальных  свойств электрона, в котором была обнаружена  аномалия.

Речь идет об аномальном магнитном моменте. Магнитный момент частицы - это мера того, как частица взаимодействует с магнитным полем. Аномальный магнитный момент - это часть магнитного момента, вызванная взаимодействием частицы с “виртуальными” частицами, которые постоянно появляются и исчезают в вакууме. Эти виртуальные частицы включают в себя все известные частицы, описываемые Стандартной моделью, но они также могут включать и частицы, никогда ранее не наблюдавшиеся. Поэтому разница между предсказанием аномального магнитного момента частицы с помощью Стандартной модели и высокоточным измерением этой величины может быть признаком присутствия новой физики в виде новых частиц или сил.

Наиболее ярким примером такой аномалии является аномальный магнитный момент мюона, для которого Лаборатория Ферми в США недавно объявила о расхождении с теорией на уровне значимости 4,2 стандартных отклонения – чуть ниже пяти стандартных отклонений, необходимых для того, чтобы заявить об открытии новой физики. Но есть и другой пример, хотя и на более низком уровне значимости: предсказание Стандартной модели аномального магнитного момента электрона, основанное на измерении фундаментальной постоянной природы, которая задает интенсивность электромагнитной силы, отличается от прямого экспериментального измерения на уровне 1,6 или 2,4 стандартных отклонения, в зависимости от того, какое из двух измерений фундаментальной постоянной используется.

Как и другие аномалии, эта аномалия может исчезнуть по мере проведения дополнительных измерений или улучшения теоретических предсказаний, но она также может быть ранним признаком новой физики, поэтому ее стоит исследовать. В своем новом исследовании коллаборация NA64 задалась целью выяснить, могут ли новые легкие Х-бозоны внести вклад в аномальный магнитный момент электрона и таким образом объяснить обнаруженное отклонение.

NA64 - это эксперимент с фиксированной мишенью, в котором на нее направляется вторичный электронный пучок с энергией 100-150 ГэВ от суперпротонного синхротрона для поиска новых частиц, образующихся в результате столкновений между электронами пучка и атомными ядрами мишени. В новом исследовании команда эксперимента NA64 искала легкие X-бозоны, определяя “недостающую” энергию столкновения, которую они уносят. Эту энергию можно определить, проанализировав энергетический баланс столкновений.

Анализируя данные, собранные в 2016, 2017 и 2018 годах, которые в общей сложности соответствовали примерно трем сотням миллиардов электронов, попавших на мишень, исследователи NA64 смогли установить ограничения на  силу взаимодействия X-бозонов с электроном и, как следствие, на вклад этих частиц в аномальный магнитный момент электрона. Они обнаружили, что Х-бозоны с массой ниже 1 ГэВ могут вносить вклад не более чем в одну квадриллионную или одну десятитриллионную часть, в зависимости от массы Х-бозона.

“Эти вклады слишком малы, чтобы объяснить наблюдаемые отклонения аномального магнитного момента электрона”, - говорит руководитель эксперимента NA64 Сергей Гниненко. “Но тот факт, что NA64 достиг экспериментальной чувствительности, которая лучше, чем текущая точность прямых измерений аномального магнитного момента электрона и недавних высокоточных измерений постоянной тонкой структуры, поражает. Это показывает, что NA64 является мощным инструментом для поиска новой физики, и не только в  электронном секторе».