

Взаимодействие мюонов с ядрами

Искаков Б.А., Садуев Н.О., Каликулов О. А., Кенжина И., Мухамеджанов Е.С.
КазНУ им. аль-Фараби, Алматы

Доказательство того, что мюон – слабо взаимодействующая частица, было получено при изучении захвата ядрами остановившихся мюонов. Положительные мюоны отталкиваются кулоновским полем ядра и не могут приблизиться к нему настолько, чтобы произошло взаимодействие с ядерным полем. Отрицательные мюоны, затормозившись в веществе, захватываются на мюонную орбиту в атоме и образуют мезоатом. Мюонные орбиты имеют радиус в 200 раз меньше, чем соответствующие электронные орбиты, и расположены близко от ядра. В тяжелых ядрах с $Z > 40$ мюонная орбита расположена в периферической части ядра. Поэтому если мюон способен сильно взаимодействовать с протонами, то отрицательные мюоны должны всегда захватываться ядрами.

Вероятность взаимодействия мюона с ядром независимо от механизма ядерного взаимодействия должна увеличиваться с возрастанием Z . Это очевидно, если во внимание принять, что вероятность пропорциональна числу протонов в ядре, т.е. Z . Кроме того вероятность должна расти по мере увеличения степени перекрытия объемов ядра и мюона. Чем меньше радиус боровской орбиты в мезоатоме, тем больше степень перекрытия объемов мюона и ядра. Поэтому вероятность взаимодействия должна возрастать обратно пропорционально объему боровской орбиты:

$$\omega \sim V^{-1} \sim r^{-3}$$

Следовательно, если имеют место два конкурирующих процесса – распад и поглощение мюона, то при некотором соотношении вероятностей захват будет проявляться только в тяжелых ядрах, так как вероятность захвата пропорциональна Z^4 , а вероятность распада не зависит от Z . Этим и объясняется различие поведения мюонов в легких и тяжелых ядрах. Мюоны не могут быть квантами ядерного поля, а взаимодействуют на 10 – 12 порядков слабее, чем этого требовала теория.

Литература:

1. В.С. Мурзин Введение в физику космических лучей -М.; Из – во МГУ, 1988. – 320с.
2. Е.В. Коломеец, В.В. Осомов и др. Режим открытой линии работы нейтронных мониторов, мюонных годоскопов и телескопов // Вестник КазГУ. Серия физическая. – 1998. -№4.-С.95-98.