О возможном увеличении отношения числа протонов к числу нейтронов в центральной области спектра при малых величинах быстроты в ядро-ядерных взаимодействиях

Радченко Н. В.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

В работе [1] был предложен один из возможных процессов остановки (замедления) барионов (stopping) в центральной части спектра по быстроте (псевдобыстроте) в адрон-адронных, адрон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействиях. Этот процесс связан с обменом невакуумными реджионами в амплитуде упругого рассеяния. В ядро-ядерных столкновениях остановка барионов играет очень важную роль в исследовании образования кварк-глюонной плазмы и цветного сверхпроводника.

Здесь мы предложим другой процесс замедления барионов. Он существенен для ядро-ядерных взаимодействий. (Возможно, он справедлив и для адрон-ядерных взаимодействий, но этот вопрос требует дополнительного исследования.) Мы рассматриваем центральные ядро-ядерные столкновения, происходящие на малых прицельных параметрах. В этом случае все частицы также находятся на малых расстояниях, и поэтому кварки будут иметь токовые массы. Мы отбираем в модели LCNM с одноглюонным обменом конфигурации, когда один из дикварков в адроне сильно замедляется. Такая конфигурация подавлена степенным по энергии образом, который определяется вкладом невакуумного реджиона. Однако этот вклад, по крайней мере, не меньше, чем вклад процесса, в котором происходит рассеяние на большие углы, чтобы остановить барион. Кварковые струны возникают между быстрым кварком адрона, в котором замедлился дикварк, и быстрым дикварком другого адрона, а также между медленным дикварком и кварком быстрого адрона. Из квазиклассической волновой функции, описывающей рождение кварк-антикварковой пары, можно оценить расстояние, на котором рождается эта пара. Расстояние пропорционально массе кварка и обратно пропорционально линейной плотности энергии в струне. Для u-кварка это 0,0074 ферми, для d-кварка это 0,0174 ферми, для s-кварка это 0,235 ферми. Отношение токовых масс u и d кварков составляют от 0,3 до 0,6. Вполне очевидно, что вероятность рождения пары кварк-антикварк аромата u, w(u), больше, чем вероятность рождения кварк-антикварковой пары аромата d, w(d). Отношение этих вероятностей w(u):w(d) обратно пропорционально расстоянию, на котором они образуются или обратно пропорционально отношению масс u и d кварков. Мы возьмем для оценки w(u):w(d)=3:1. В рассматриваемом случае вероятностью рождения странной кварк-аникварковой пары w(s) можно пренебречь. В то же время в области мягкой физики принято соотношение w(u):w(d):w(s)=1:1:0,5.

Рассмотрим рассеяние ядер золота друг на друге. В каждом ядре имеется 79 протонов и 118 нейтронов. Мы предположим, что только в одном из ядер (например, движущемся в положительном направлении) дикварки замедляются в каждом из нуклонов. Это предельный случай, который поможет нам прояснить сущность процесса. Используя соотношение w(u):w(d)=3:1, мы получим для отношения числа протонов N(p) к числу нейтронов N(n) N(p)/N(n)=1,7. В то же время, если принять мягкое соотношение w(u):w(d)=1:1, то отношение N(p)/N(n)=0,92. Для сравнения, начальное состояние имеет отношение N(p)/N(n)=0,7. Экспериментальные данные показывают повышение числа протонов к числу нейтронов в области малых величин быстроты (псевдобыстроты). Таким образом, модель LCNM, которая успешно объясняет адрон-адронное рассеяние в широком интервале энергий, может быть адекватна и для ядро-ядерных столкновений.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, гос. контракт П1200.

[1] Radchenko N.V., Dmitriev A.V. // arXiv:1010.5259v1 [hep-ph] 2010, (to appear in Proc. of the XIX Intern. Baldin Seminar on High Energy Physics Problems, Dubna) 6 pp.