

НАБЛЮДЕНИЕ РАСПАДА (ДЕЛЕНИЯ) РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР ^{24}Mg И ^{28}Si НА ДВА БЛИЗКИХ ПО ЗАРЯДУ ФРАГМЕНТА

В.Г.Богданов, Н.П.Кочеров, Ф.Г.Лепехин¹⁾, В.А.Плюшев,
Б.Б.Симонов¹⁾, З.И.Соловьева, О.Е.Шигаев

В ядерной фотоэмульсии обнаружены распады релятивистских ядер $\text{Mg} \rightarrow \text{B} + \text{N}$ и $\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O}$, происшедшие в результате неупругих периферических взаимодействий.

В течение ряда лет в литературе обсуждается вопрос, реализуется ли процесс деления в области легких ядер $^{1-5}$. В экспериментах, выполненных с помощью различных методик ($\Delta E - E$ телескопы, ионизационные камеры, поликарбонатные пленки) регистрировался, как правило, один осколок, а о характеристиках второго фрагмента мишени можно было судить только косвенно. Достоверность данных из-за малой кинетической энергии продуктов распада невелика. Приводимые величины сечений носят противоречивый характер.

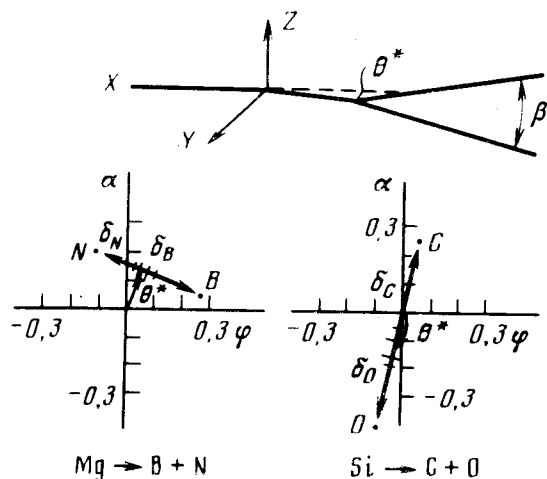
Наиболее однозначная идентификация такой реакции (с точностью до нейтральных частиц) возможна с помощью ядерных фотоэмульсий, причем когда распадающийся объект движется с большой скоростью. Рассмотрим экспериментальный материал, полученный при облучении фотоэмульсионных камер из эмульсии типа БР-2 релятивистской чувствительности на синхрофазотроне ОИЯИ пучками легких ядер с импульсами от 4,1 до 4,5 ГэВ/с на нуклон. При поиске неупругих взаимодействий ионов ^{24}Mg и ^{28}Si в этих фотослоях было обнаружено по одному распаду летящего ядра только на два близких по зарядам фрагмента с малыми поперечными импульсами (без дополнительного испускания заряженных частиц). Эти события похожи на обнаруженные ранее фотоэмульсионной методикой случаи деления релятивистских ядер ^{238}U ⁶ на лету.

Среди обработанных ранее 2757 и 4155 неупругих взаимодействий ядер ^{12}C и ^{22}Ne не было найдено ни одного подобного события. Факт наблюдения таких распадов для ядер ^{24}Mg и ^{28}Si на меньшей статистике (1666 и 1900 расщеплений соответственно) говорит о возможном увеличении вероятности такого канала реакции с ростом массового числа и заряда ядер.

Заряды фрагментов были определены методом измерения плотности δ -электронов, что с учетом закона сохранения заряда дало погрешность не более 0,2 единицы заряда. Оказалось, что произошли следующие расщепления: $\text{Mg} \rightarrow \text{B} + \text{N}$ (1) и $\text{Si} \rightarrow \text{C} + \text{O}$ (2). Результат прецизионных угловых измерений приведен на рисунке в плоскости, перпендикулярной направлению движения ядра-снаряда. Значения углов даны в градусах. Ошибки не превышают размеры точек. Обозначения следующие: θ – полярный угол вылета вторичного фрагмента по о

¹⁾ ЛИЯФ им. Б.П.Константинова

ношению к направлению движения первичного ядра; φ — проекция угла θ на горизонтальную плоскость XY ; α — проекция угла θ на вертикальную плоскость XZ ; β — угол между фрагментами. В этой системе координат ось X совпадает с направлением первичного следа.



Угловая диаграмма.

Для оценки кинематики продуктов расщепления мы исходим из предположения, что возбужденная система распалась только на два осколка. Угол β между фрагментами ($0,352 \pm 0,004$ и $0,670 \pm 0,016$ для случаев (1) и (2) соответственно) необходимо разбить на два угла δ обратно пропорционально массам фрагментов, что следует из равенства поперечных составляющих их импульсов p_{\perp} . Так можно определить угол θ^* (см. рисунок) первоначального отклонения налетающего ядра при взаимодействии с каким-либо ядром фотоэмульсии и, следовательно, оценить переданный импульс p_t в этом соударении (280 ± 20 и 260 ± 40 МэВ/с соответственно), в результате которого налетающая система возбудилась и распалась. Отсутствие трека ядра отдачи при таких значениях переданного импульса указывает на то, что эти столкновения произошли с ядрами тяжелой (AgVg) компоненты эмульсии⁷. Основная погрешность в определении величин $p_{t, \perp}$ связана с неопределенностью изотопного состава фрагментов. Короткими рисками на рисунке показан возможный диапазон положений точки распада, а длинными — наиболее вероятный, т.е. определенный для нуклидов, имеющих в реакциях фрагментации наибольшие выходы^{8,9}.

По значениям углов δ можно оценить перпендикулярную составляющую импульса этих фрагментов p_{\perp} (160 ± 5 и 320 ± 15 МэВ/с для случаев (1) и (2) соответственно) и нижнюю границу их кинетической энергии в системе покоя распадающегося ядра: $T_B = 1,35 \pm 0,05$, $T_N = 1,05 \pm 0,05$ МэВ для реакции (1) и $T_C = 4,70 \pm 0,25$, $T_O = 3,60 \pm 0,35$ МэВ для реакции (2). Отметим, что для анализируемых событий сумма кинетических энергий фрагментов не превышает величины кулоновского барьера для таких распадов ($7,7 \pm 0,8$ и $10,1 \pm 1,0$ МэВ соответственно). Это не противоречит предположению, что кинематика продуктов таких расщеплений, как и при делении тяжелых ядер, определяется главным образом величиной кулоновского барьера. С другой стороны, аналогичный кинематический анализ ядро-ядерных взаимодействий, в которых кроме двух фрагментов налетающего ядра с $z \geq 3$ имеются и другие заряженные частицы, показал, что более, чем в 80% случаев суммарная кинетическая энергия (точнее, ее нижний предел) существенно превышает величину кулоновского барьера.

Величина энергетического выхода Q реакции распада ^{24}Mg и ^{28}Si на стабильные и близкие к ним изотопы В, С, N, О лежит в пределах $-11 \div -36$ МэВ, а барьеры деления для соответствующих распадов на моды с наименьшими Q , вычисленные по модели жидкой капли¹⁰, составляют $35 \div 45$ МэВ. Таким образом, подобные расщепления типа деления легких ядер действительно реализуются и могут наблюдаться при небольших энергиях возбуждения порядка $50 \div 70$ МэВ. Сечение этих процессов может составлять величину около 1 мб.

Авторы благодарны А.И.Обухову за полезные обсуждения и Л.И.Царегородцевой за проведение измерений.

Литература

1. *Lassen N.O.* Nucl. Phys., 1962, 38, 442.
2. *Lassen N.O., Sorensen G.* Nucl. Phys., 1962, 38, 450.
3. *Chung A. et al.* Phys. Lett., 1974, 53B, 244.
4. *Sandorfi A.M. et al.* Phys. Rev. Lett., 1977, 38, 1463.
5. *Walker M. et al.* Bull. Am. Phys. Soc., 1983, 28, 970.
6. *Jain P.L. et al.* Phys. Rev Lett., 1984, 52, 1763.
7. *Гисматуллин Ю.Р., Остроумов В.И.ЯФ*, 1970, 11, 285.
8. *Lindström P.J. et al.* Report LBL-3650, Berkeley, 1975.
9. *Hirsch A.S. et al.* Phys. Rev. C, 1984, 29, 508.
10. *Myers W.D., Swiatecki W.J.* UCRL-1190, 1965.

Поступила в редакцию
29 августа 1986 г.
