

# Измерение размеров источника испускания $\alpha$ -частиц, возникающих в столкновениях релятивистских ядер $^{22}\text{Ne}$ и $^{24}\text{Mg}$ с ядрами фотоэмульсии

В. В. Дубинина, Н. П. Егоренкова, В. И. Кроткова, Е. А. Пожарова, В. А. Смирнитский

Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова, 117259 Москва, Россия

Поступила в редакцию 26 февраля 2008 г.

После переработки 13 марта 2008 г.

Измерена двухчастичная корреляция  $\alpha$ -частиц. В случае одномерной параметризации корреляционной функции размер источника испускания  $\alpha$ -частиц  $R(\alpha) = 2.84 \pm 0.28_{(\text{stat})} \pm 0.24_{(\text{ sist})}$ . Полученный результат сравнивается с аналогичными измерениями для протонов и дейтронов.

PACS: 25.70.Mn

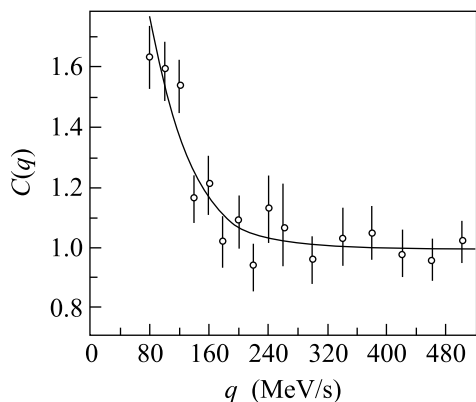
Корреляция тождественных частиц позволяет получить информацию о пространственно-временной картине испускания частиц на конечной стадии ядерной реакции [1]. Методика измерения размеров источника (файерболла) подробно разработана в случае испускания мезонов в [2], протонов и дейтронов в [3] при различных энергиях и в разных пучках ядер-снарядов. Корреляционная функция  $C(q)$  определяется следующим образом: измеряется и вычисляется  $C(q) = N(Y_{i,j}(q)/Y_{i,j}^*(q))$ , где  $q = |(\mathbf{p}_i - \mathbf{p}_j)|/2$  – половина модуля разности импульсов тождественных частиц при  $i \neq j$ ,  $Y_{i,j}(q)$  – просуммированное распределение значений  $q$ , измеренных и вычисленных в каждом ядро-ядерном столкновении,  $Y_{i,j}^*(q)$  – фоновое распределение, полученное путем смешивания  $\mathbf{p}_i$  и  $\mathbf{p}_j$  из разных взаимодействий, а  $N$  – нормировочный множитель.

При анализе экспериментального материала используется одномерная или многомерная параметризация корреляционной функции. В одномерном анализе корреляционная функция  $C(q)$  связана с размером источника соотношением  $C(q) = 1 + \lambda \exp(-q^2 R^2)$ , где  $R$  – размер источника, определяемый фитированием зависимости  $C(q)$  от  $R$ . В нашем эксперименте  $q = |\mathbf{p}(\alpha)_i - \mathbf{p}(\alpha)_j|/2$ ,  $i \neq j$ ,  $\mathbf{p}(\alpha)$  – импульсы  $\alpha$ -частиц, возникающих в ядро-ядерных взаимодействиях. Многомерная параметризация корреляционной функции  $C(q)$  имеет вид (см., например, [3])  $C(q_{T_o}, q_{T_s}, q_L) = N(1 + \lambda(\exp(-q_{T_o}^2 R_{T_o}^2 - q_{T_s}^2 R_{T_s}^2 - q_L^2 R_L^2)))$ , где  $q_k$  равно  $1/2$  проекции модуля разности импульсов тождественных частиц на направления:  $q_{T_o}$  – на направление импульса пары тождественных частиц  $\mathbf{p} = \mathbf{p}_i + \mathbf{p}_j$ ,  $q_L$  – на направление импульса ядра-снаряда,  $q_{T_s}$  – на направление, ортогональное двум предыдущим.

В нашей работе опубликован предварительный результат, в котором мы измерили двухчастичную корреляцию  $\alpha$ -частиц, возникающих при столкновении релятивистских ядер, с целью определения размеров источника (файерболла), из которого эти частицы испускаются. Для этого использовались эмульсионные камеры, облученные на ускорителе ОИЯИ ядрами  $^{22}\text{Ne}$  с импульсом 4.1 А·ГэВ/с и  $^{24}\text{Mg}$  с импульсом 4.5 А·ГэВ/с. Подробности методики поиска ядро-ядерных столкновений, измерения и анализа взаимодействий опубликованы в нашей работе [4]. Для корреляционных измерений и последующего анализа были отобраны только те события, в которых наблюдалось не менее трех частиц с  $Z = 2$  (все они считались  $\alpha$ -частицами), и они относились к центральной области псевдобыстрот.

Измерения проводились на автоматизированном микроскопе KSM, связанном в линию с ЭВМ. Для анализа одномерной корреляционной функции было измерено 2392 пары  $\alpha$ -частиц ( $Y_{ij}(q)$ ) и 24860 значений величины  $q$  для фоновой функции  $Y_{ij}^*(q)$ . Нормировка  $Y_{ij}(q)$  и  $Y_{ij}^*(q)$  производилась по значениям  $q \geq 300$  МэВ/с. Поправка на кулоновское взаимодействие оценивалась по работе [5]. Систематическая ошибка определялась неопределенностью примеси  $^3\text{He}$  в  $\alpha$ -частицах и ошибками в угловых измерениях.

На рисунке показана зависимость корреляционной функции  $C(q)$  от величины  $q$ . Сплошная кривая на этом рисунке – результат фитирования зависимости  $C(q)$  от  $R$ . Получено значение  $R(\alpha) = 2.84 \pm 0.28_{(\text{stat})} \pm 0.23_{(\text{ sist})}$  фм при  $\chi^2 \sim 1$ . Для протонов и дейтронов в эксперименте WA98 [3] при аналогичной параметризации  $C(q)$  получено:  $R(p) = 3.14 \pm 0.03_{(\text{stat})} \pm 0.21_{(\text{ sist})}$  фм и  $R(d) = 2.50 \pm$



Зависимость корреляционной функции  $C(q)$  от  $q$ . Сплошная кривая – результат фитирования  $C(q) = 1 + \lambda \exp(-q^2 R^2)$  для определения оптимального значения  $R$

$\pm 0.10_{(\text{stat})} \pm 0.28_{(\text{ sist})}$  фм. В эксперименте WA98 измерялась корреляционная функция  $C(q)$  в Pb+Pb столкновениях при энергии 158 ГэВ в области фрагментации мишени, соответствующей центральным псевдобыстротам. В нашем эксперименте энергия ядер-снарядов  $\sim 4$  ГэВ, что существенно ниже энергии пучков в WA98, но измерения проводились нами, практически, в той же центральной области псевдобыстрот. Поэтому сравнение данных, полученных в нашем эксперименте, с результатами в WA98 представляется нам обоснованным.

Несмотря на большую разницу в ядрах-снарядах,  $A = 22, 24$  в нашем эксперименте и  $A = 207$  в WA98,

размеры источника испускания фрагментов –  $\alpha$ -частиц и дейтронов практически совпадают. Это согласуется с результатами эксперимента WA80 [3, 6], где наблюдалась независимость (или слабая зависимость) размеров источника испускания адронов от  $A$  ядер-снарядов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Росатома.

Авторы благодарят В.В. Шаманова за помощь при обработке результатов измерений.

1. G. Goldhaber, S. Goldhaber, W. Lee, and A. Pais, Phys. Rev. **120**, 130 (1960); Г.И. Копылов, М.И. Подгорецкий, ЯФ **15**, 392 (1972); A. D. Chcon, J. A. Bistirlch, R. R. Bossingham et al., Phys. Rev. C **43**, 2670 (1991).
2. J. R. Sullivan, M. Berenguer, B. V. Jacan et al., Phys. Rev. Lett. **70**, 3000 (1993); D. E. Fields, J. P. Sullivan, J. Simon-Gello et al., Phys. Rev. C **52**, 986 (1995); C. Ciocca, M. Cuffiani, G. Giacomelli, arXiv: 0712.0668 [hep-ex].
3. M. M. Aggarwal, Z. Ahmmed, A. L. S. Angelis et al. (WA98 Collab.), arXiv:0709.2477 [nucl-ex].
4. В. В. Дубинина, Н. П. Егоренкова, В. И. Кроткова и др., ЯФ **67**, 537 (2004).
5. Yu. M. Sinyukov, R. Lednicky, S. V. Ankelin et al., Phys. Lett. B **432**, 248 (1998); G. Baym and P. Praun-Manzinger, Nucl. Phys. A **610**, 286 (1996).
6. T. C. Awes et al., Z. Phys. C **65**, 207 (1995).