

**ИМПУЛЬСНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОТОНОВ И ДЕЙТРОНОВ
ОТ ФРАГМЕНТАЦИИ ^3He ПРИ 10, 78 ГэВ/с
НА УГЛЕРЕДЕ ПРИ НУЛЕВЫХ УГЛАХ**

В.Г.Аблеев¹⁾, Д.В.Анчишкин²⁾, Х.Димитров³⁾, С.А.Запорожец¹⁾,
А.П.Кобушкин²⁾, Л.В.Малинина¹⁾, А.А.Номофилов¹⁾,
Н.М.Пискунов¹⁾, И.М.Ситник¹⁾, Е.А.Строковский¹⁾, Л.Н.Струнов¹⁾, В.И.Шаров¹⁾

Впервые измерены дифференциальные сечения реакций ($^3\text{He}, d$), ($^3\text{He}, p$) с вылетом фрагментов вперед в широком интервале их импульсов. Показано, что эти спектры, представленные как функции релятивистского внутреннего импульса, подобны. Проведено сравнение спектра ($^3\text{He}, d$) - реакции с расчетами с использованием волновых функций ^3He .

С помощью установки "АЛЬФА"¹⁾ на синхрофазотроне ОИЯИ измерены дифференциальные сечения реакций ($^3\text{He}, d$), ($^3\text{He}, p$) с вылетом фрагментов под углами $\theta < 0,4^\circ$ при импульсе налетающих частиц $p_0 = 10,78$ ГэВ/с. Предварительные результаты сообщались на конференциях^{1,2)}.

Постановка эксперимента принципиально не отличалась от описанной ранее²⁾. Измерительная часть установки располагалась после магнита, отделяющего вторичные частицы от частиц пучка, что позволяло вести измерения при интенсивности до 10^{10} частиц/цикл. В области перекрытия импульсных спектров вторичных частиц (протоны, дейтроны, неупруго рассеянные ядра ^3He) для идентификации частиц использовалось разделение по скорости (с помощью черенковских счетчиков)²⁾ и по величине заряда (путем анализа амплитуд сигналов от сцинтилляционных счетчиков). Спектр протонов в окрестности $p = p_0/2$ не был измерен, так как магнитная жесткость таких протонов совпадала с магнитной жесткостью частиц первичного пучка. Для нормировки полученных спектров были проведены измерения дифференциальных сечений реакции ($^3\text{He}, d$) в области $p_d \approx \frac{2}{3} p_0$, постановка эксперимента совпадала с описанной в³⁾. Систематическая погрешность абсолютной нормировки наших данных оценивается величиной $\approx 12\%$; вклад фона "пустой мишени" не превышает 10% во всей области измерений.

Измеренные спектры приведены на рис. 1 в зависимости от импульса q фрагмента в системе покоя ^3He . На рис. 2 эти же спектры представлены как функции релятивистского внутреннего импульса фрагмента в ядре k . Переменная k возникает при описании процесса фрагментации по аналогии с партонной моделью: перед взаимодействием ядро-снаряд ^3He (pr) виртуально диссоциирует на фрагмент-участник (p) и фрагмент-наблюдатель (s). Связь k с наблюдаемым импульсом фрагмента дается соотношениями (см. например^{4а)}):

$$k^2 = \lambda (M_{\text{эфф}}^2, m_s^2, m_p^2) / 4M_{\text{эфф}}^2,$$

где

$$\lambda(a, b, c) = a^2 + b^2 + c^2 - 2ab - 2ac - 2bc.$$

Эффективная масса $M_{\text{эфф}}$ находится из соотношения⁴⁾

$$M_{\text{эфф}}^2 = \frac{m_s^2(1 - \alpha) + m_p^2 \alpha}{\alpha(1 - \alpha)},$$

¹⁾ ОИЯИ, Дубна, СССР.

²⁾ ИТФ АН УССР, Киев, СССР.

³⁾ ЦЛАНП БАН, София, Болгария.

⁴⁾ Аналогичное выражение в связи с партонной моделью появлялось также в работах^{4б)}.

где α — доля импульса ядра-снаряда, уносимая фрагментом-наблюдателем в системе бесконечного импульса:

$$\alpha = (E_s + p_s) / (E_{pr} + p_{pr}).$$

При больших E_{pr} переменная α переходит в переменную Фейнмана x . При определении k для спектра протонов следует иметь в виду, что фрагмент-участник есть $(n-p)$ система, масса которой, строго говоря, не фиксирована. Мы полагали, что масса этой системы совпадает с массой дейтрона. Значение k в этом случае минимально. Видно, что формы спектров дейтронов и протонов, представленных как функции k , подобны практически во всей области изменения.

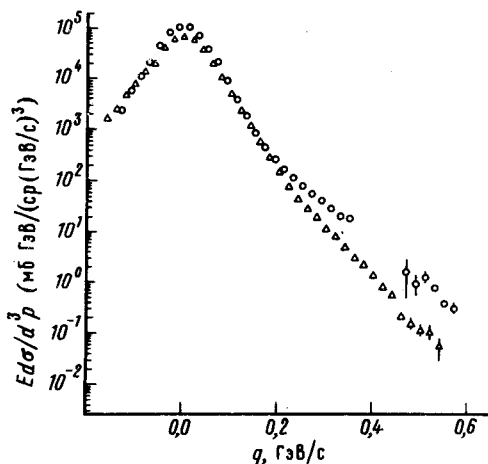


Рис. 1. Инвариантные сечения фрагментации ${}^3\text{He}$: $\circ - {}^{12}\text{C} ({}^3\text{He}, p)$; $\triangle - {}^{12}\text{C} ({}^3\text{He}, d)$. Указаны только статистические ошибки. По оси абсцисс — импульс фрагмента в системе покоя ${}^3\text{He}$

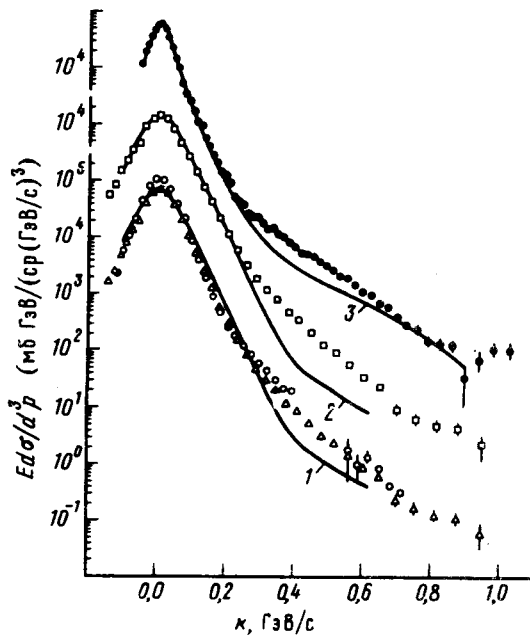


Рис. 2. Инвариантные сечения реакций: $\circ - {}^{12}\text{C} ({}^3\text{He}, p)$; $\triangle - {}^{12}\text{C} ({}^3\text{He}, d)$; $\square - p ({}^3\text{He}, d)$ (см. текст); $\bullet - p(d, p)$ ⁶. Кривые 1, 2 — расчет ⁶ с использованием импульсного распределения ⁵; кривая 3 — расчет ⁶ с использованием волновой функции дейтрона для парижского потенциала ¹¹. Все кривые нормированы на экспериментальные данные в максимуме. По оси абсцисс — релятивистский внутренний импульс

На рис. 2 мы приводим результат расчета сечения $({}^3\text{He}, d)$ — реакции с использованием импульсного распределения дейтронов в ${}^3\text{He}$ из работы ⁵. Расхождение между этим расчетом и данными в области малых k может быть обусловлено эффектом, обнаруженным нами в опытах по фрагментации дейтрона ⁶: отношение сечений фрагментации дейтрона на ядре и протоне заметно меняется в области $k < 150$ МэВ/с и далее остается постоянным. Для углерода ход отношения удовлетворительно описывается формулой

$$R_{C/p}(k) = 2,4 \exp(-k^2/0,01) + 2,6.$$

Предположив наличие такого же эффекта при фрагментации ${}^3\text{He}$, мы приводим на рис. 2 ожидаемую форму спектра для $p({}^3\text{He}, d)$ -реакции. Видно, что при $k \leq 250$ МэВ/с возникает хорошее согласие между данными и расчетом. Видно также, что для спектров фрагментации дейтрона и ${}^3\text{He}$ в одной и той же области $k \geq 300$ МэВ/с модель, учитывающая только нуклонные степени свободы в рамках импульсного приближения, находится в противоречии с экспериментом. Недостаточность такого рода моделей показана также при анализе данных по формфакторам дейтрона и ${}^3\text{He}$ ⁷⁻⁹ и по реакции ${}^3\text{He}p \rightarrow ppd$ ¹⁰.

Авторы благодарят дирекцию и сотрудников Лаборатории за интерес и поддержку этих исследований, В.Е.Гречко, В.А.Карманова и М.И.Стрикмана за полезные обсуждения полученных результатов, а также З.П.Могину и Р.Н.Петрову за оказанную ими помощь при выполнении этой работы.

Литература

1. *Аблеев В.Г. и др.* ПТЭ, 1983, 1, 33.
2. *Аблеев В.Г. и др.* Письма в ЖЭТФ, 1983, 37, 196; *Ableev V.G. et al.* Nucl. Phys., 1983, A393, 491; A411, 541 (E).
3. *Аблеев В.Г. и др.* ПТЭ, 1978, 2, 63; *Аблеев В.Г. и др.* ЯФ, 1983, 37, 132.
4. а) *Берестецкий В.Б., Терентьев М.В.* ЯФ, 1976, 24, 1044; *Карманов В.А.* ЖЭТФ, 1976, 71, 399; *Гарсеванишвили В.Р., Мирианшвили Д.Г., Ниорадзе М.С.* ОИЯИ P2-9859, Дубна, 1976.
б) *Gunion J.F., Brodsky S.J., Blankenbecler R.* Phys. Lett., 1972, B39, 649; Phys. Rev., 1973, D8, 287.
5. *Schiavilla R., Pandharipande V.R., Wiringa R.B.* Nucl. Phys., 8 1986, A449, 219.
6. *Запорожец С.А. и др.* Кн. Труды VIII Межд. семинара по проблемам физики высоких энергий, 19 – 24 июня – 24 июня 1986, Дубна, ОИЯИ Д1, 2-86-668, Дубна, 1986, т. 1, с. 341.
7. *Anchishkin D.B., Kobushkin A.P.* Z. Phys. A-Atoms and Nuclei, 1985, 321, 527.
8. *Буров В.В. и др.* ОИЯИ, P2 83-749, Дубна, 1983.
9. *Pirner H.J. et al.* Phys. Rev. Lett., 1981, 46, 1376.
10. *Blinov A.V. et al.* ИТЕР-60, Moscow, 1985; *M.B. Epstein et al.* Phys. Rev., 1985, C32, 967.
11. *Lacombe M. et al.* Phys. Lett., 1981, B101, 139.
12. *Воробьев Г.Г. и др.* Кн. Труды VII межд. семинара пр проблемам физики высоких энергий, 19 – 23 июня 1984, Дубна, ОИЯИ, Д1, 2- 84 - 599 , Дубна, 1984, 222; *Ableev V.G. et al.* II-nd Int. Conf. on Nucleus-Nucleus Collision, Visby, Sweden, 10 – 14 June 1985, V. 1 : contributed papers (ed. by B. Jacobsson, K. Aleklett), p. 156, Lunds Univ. Reprocentralen, 1985.

Поступила в редакцию

10 февраля 1987 г.

После переработки

8 апреля 1987 г.