

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.



P2 - 5939

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

О.Б. Абдинов, В.С. Барашенков

КЛАСТЕРНАЯ СТРУКТУРА ЛЕГКИХ ЯДЕР
И ДЛИННОПРОБЕЖНЫЕ α -ЧАСТИЦЫ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

1971

P2 - 5939

О.Б. Абдинов, В.С. Барашенков

КЛАСТЕРНАЯ СТРУКТУРА ЛЕГКИХ ЯДЕР
И ДЛИННОПРОБЕЖНЫЕ α -ЧАСТИЦЫ

Направлено в Acta Physica Polonica

ОИЯИ
БИБЛИОТЕКА

В опытах по неупругому взаимодействию 660-Мэвных протонов с ядрами углерода ^{/1/} около четверти "каскадных" α -частиц обладают аномально высокой энергией $T \geq 32$ Мэв. Столь большой процент длинно-пробежных α -частиц нельзя объяснить с помощью какого-либо из известных до настоящего времени механизмов неупругих протон-ядерных взаимодействий. В частности, в рамках общепринятой модели внутриядерных каскадов, даже если приять во внимание выбивание из ядра α -кластеров и учесть возможность образования α -частиц при расладе сильно возбужденных остаточных ядер, доля α -частиц с энергией $T \geq 32$ Мэв составляет всего лишь несколько процентов ^{/2,3/}.

Можно, однако, думать, что учет уменьшения плотности числа внутриядерных нуклонов в результате их выбивания в процессе внутриядерного каскада ^{/4/} должен привести к существенному увеличению доли высокоэнергетических α -частиц. Это связано с тем, что благодаря большой величине сечения неупругих N -взаимодействий из ядра вылетает лишь часть выбиваемых α -кластеров ^{x/}, поэтому даже относительно небольшое уменьшение числа внутриядерных нуклонов на пути выбиваемых α -частиц должно заметно сказаться на выходе высокоэнергетической компоненты

^{x/} Средний свободный пробег α -частиц в ядре ^{12}C в 5-10 раз меньше среднего радиуса $R = 3,2 \cdot 10^{-13}$ см; для каскадных протонов отношение l/R в 4-5 раз больше.

α -частиц (свойства низкоэнергетической компоненты в значительной степени обусловлены распадом возбужденных остаточных ядер).

Как видно из рис. 1, расчёт подтверждает эти соображения: учет уменьшения числа внутриядерных нуклонов увеличивает долю длиннопробежных каскадных α -частиц приблизительно до 20%.

Расчёты были выполнены методом Монте-Карло с учётом диффузности ядра-мишени и процессов пинообразования при различных предположениях о числе и пространственном распределении α -кластеров внутри ядра (остальные детали вычислений те же, что и в работах ^{13/}; в частности распад возбужденных остаточных ядер рассчитывался по статистической теории Ферми).

Наилучшее согласие с опытом (см. рис. 1 и таблицу 1) получается, если α -кластеры распределяются преимущественно на периферии ядра и их число в ядре $^{12}\text{C N}_\alpha$ 0,7-0,8, что соответствует вероятности коагуляции нуклонов в α -кластеры $\omega_\alpha = 20-25\%$.

Из рис. 1 также видно, что в области $T \geq 32$ Мэв спектр α -частиц весьма чувствителен к предположениям о распределении α -кластеров, в то время как основная часть спектра, соответствующая меньшим энергиям, слабо зависит от кластерной структуры ядра-мишени.

Длиннопробежные α -частицы вылетают, в основном, в области больших углов $\theta \approx 80^\circ$ (см. рис. 2).

Нельзя не заметить, что расчётные угловые распределения α -частиц значительно хуже согласуются с опытом, чем их энергетические спектры: на опыте наблюдается большее число частиц, вылетающих под малыми углами. Никаким разумным варьированием параметров модели это расхождение устранить не удастся. Вместе с тем анализ методики измерений ^{14/} показывает, что при небольших углах в экспериментальные значения $dN/d\Omega$ существенный вклад могли дать неучтенные ядра ^3He . Некоторую часть расхождений, возможно, удастся устранить путем более тщательного квантовомеханического рассмотрения взаимодействий протонов с α -кластерами на далекой периферии ядра ^{12}C .

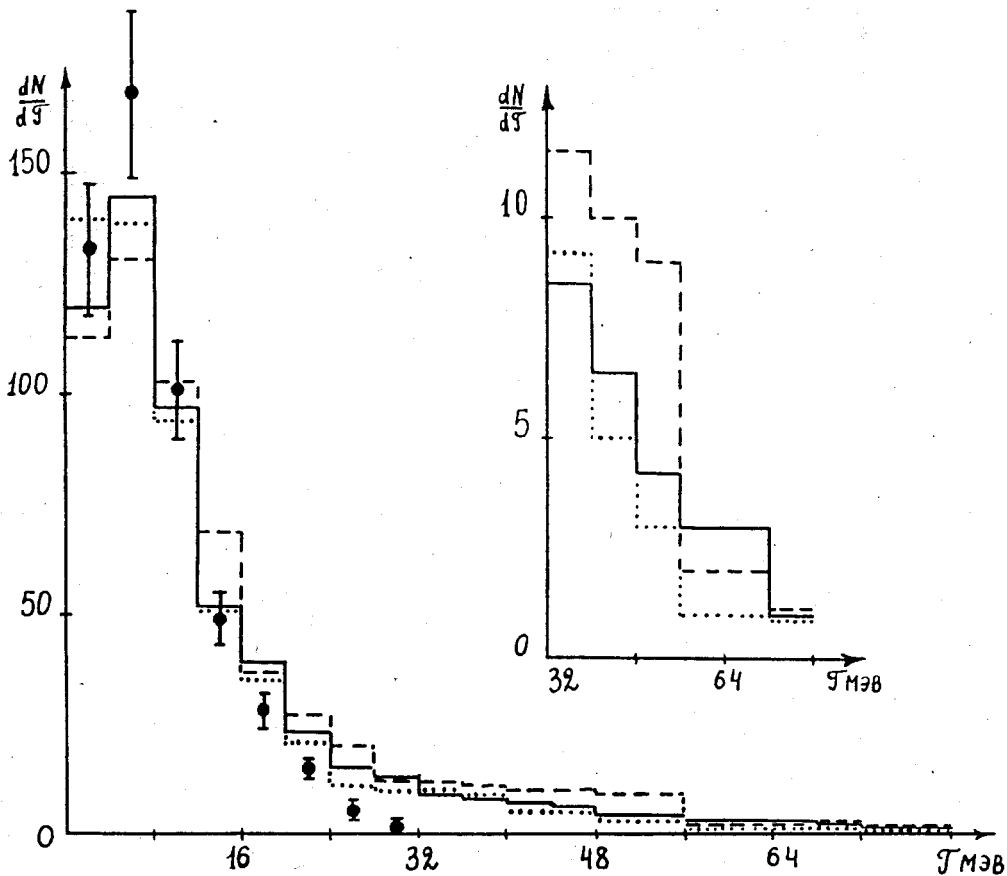


Рис. 1. Энергетический спектр α -частиц, вылетающих из ядер ^{12}C , облученных протонами с энергией 660 МэВ. Сплошная, пунктирная и точечная гистограммы - результат расчёта соответственно для вариантов А, В, С, перечисленных в таблице 1. Экспериментальные точки взяты из работы [1/

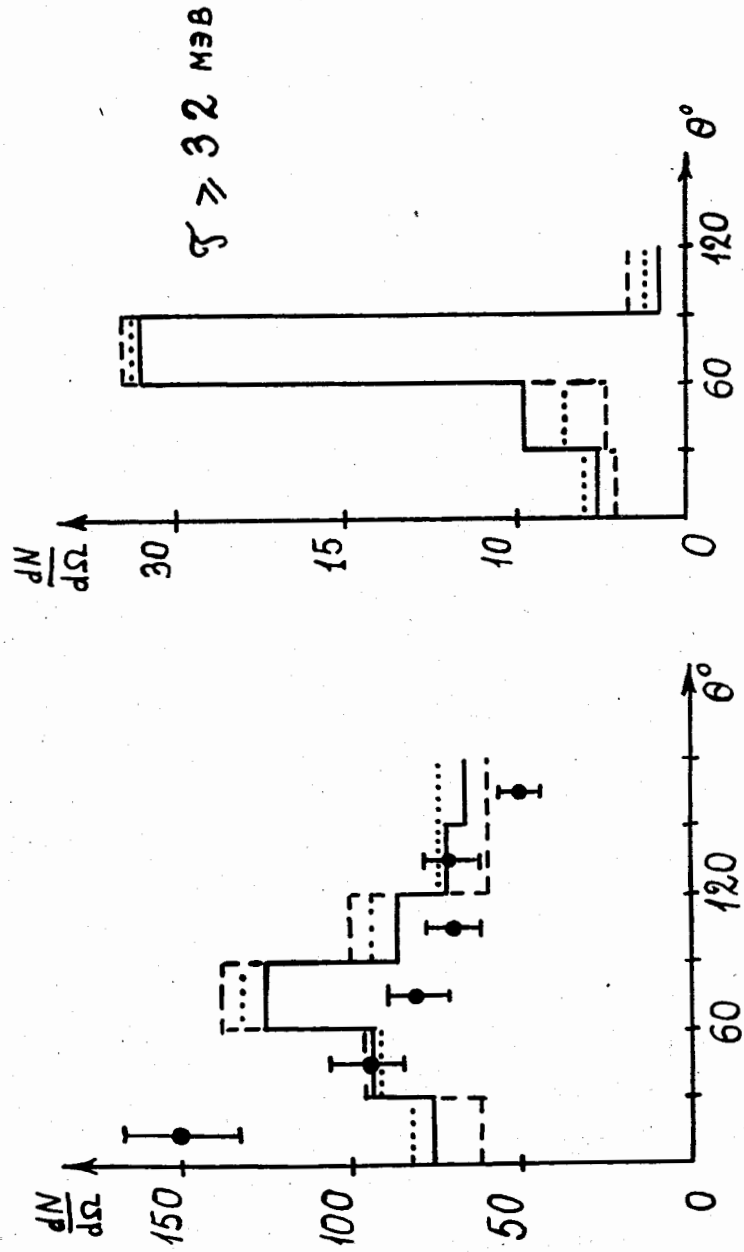


Рис. 2. Угловое распределение α -частиц, вылетающих из ядер ^{12}C под действием 660-Мэвных протонов. Все обозначения, как на рис. 1. Отдельно показано угловое распределение α -частиц с энергиями $T \geq 32$ Мэв.

В этой связи представляет интерес более тщательное исследование свойств длиннопробежных α -частиц, в частности - измерение их спектров под различными углами.

Таблица 1

Число α -кластеров в сферическом слое с радиусами $r_1 - r_2$.
 n_α - число вылетевших из ядра каскадных α -частиц
 ($n_\alpha^{\text{эксп.}} = 0,15 \pm 0,02/2/$), в скобках указано суммарное число каскадных и "распадных" α -частиц; σ_{in} - сечение неупругих взаимодействий $p + ^{12}\text{C}$ ($\sigma_{in}^{\text{эксп.}} = 227 \pm 12 \text{ мб}^{1/5/}$).

Вариант расчёта $r_1 - r_2, 10^{-13} \text{ см}$	A	B	C
0 - 1,14	0,1	0,1	0,1
1,14 - 2,93	0,1	0,2	0,2
2,93 - 4,53	0,83	0,56	0,28
n_α	0,16 (0,53)	0,17 (0,54)	0,11 (0,49)
$\sigma_{in}, \text{ мб}$	210	223	230

Литература

1. А.П. Жданов, П.И. Федотов; ЖЭТФ, **43**, 835 (1962).
2. О.Б. Абдинов, В.С. Барашенков; Acta Phys. Pol., **VI** 65 (1970).
3. О.Б. Абдинов, В.С. Барашенков. Сообщение ОИЯИ, P2-5023, Дубна, 1970; P4-5479, Дубна, 1970.
4. В.С. Барашенков, А.С. Ильинов, В.Д. Тонеев. ЯФ, **13**, 743 (1971); Сообщение ОИЯИ E2-5282, Дубна, 1970.
5. В.Н. Москалев, Б.В. Гавриловский. ДАН СССР, **110**, 972 (1956).

Рукопись поступила в издательский отдел
16 июля 1971 года.