

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P1-84-733

Р.Н.Бекмирзаев*, В.Г.Гришин, И.Долейши,
М.М.Муминов*, М.И.Соловьев, И.Суванов*, З.Трка,
Я.Тркова, У.Д.Шеркулов*

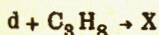
ХАРАКТЕРИСТИКИ
СТРИППИНГОВЫХ НЕЙТРОНОВ
В $d(C_3H_8)$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $p_d = 1,0$ И $1,7$ ГэВ/с.нуклон

Направлено в журнал "Ядерная физика"

* Самаркандский государственный университет

1984

В данной работе изучается реакция:



/1/

и выделяются каналы с образованием нейтронов-стриппингов (n_s). Цель работы - измерение среднего числа нейтронов-стриппингов на одно неупругое взаимодействие в реакции /1/, их угловых распределений и множественности вторичных заряженных частиц в $n(C_3H_8)$ -взаимодействиях /так называемые нейтральные вторичные звезды/.

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для поиска первичных и вторичных звезд, вызванных нейтральными частицами, были дважды просмотрены стереоснимки с двухметровой пропановой пузырьковой камеры, облученной дейтронами с импульсами $p_d = 1$ ГэВ/с.нуклон и $p_d = 1,7$ ГэВ/с.нуклон на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ. При просмотре стереоснимков отбирались неупругие взаимодействия дейтронов с ядрами водорода и углерода (N_0) с числом вторичных заряженных частиц $n_{ch} \geq 2$, а также нейтральные вторичные звезды с $n_{ch} \geq 3$.

Измерение импульсов и пробегов заряженных частиц с помощью соответствующих шаблонов и визуальная информация об ионизации позволили разделить их на четыре группы:

- а/ отрицательные частицы - π^- -мезоны;
- б/ π^+ -мезоны с импульсом $p \leq 700$ МэВ/с;
- в/ положительные частицы повышенной ионизации с импульсом от 180 до 700 МэВ/с, которые в основном являются протонами;
- г/ релятивистские положительные частицы с импульсом $p \geq 700$ МэВ/с - протоны. Кроме того, регистрировались протоны, летящие назад (\bar{p}), в лабораторной системе координат.

В каждой нейтральной звезде по шаблону и соотношению пробег-импульс измерялись импульсы вторичных частиц (p_{ch}) и угол вылета нейтральной частицы относительно первичного взаимодействия в горизонтальной плоскости камеры (θ).

Для определения числа нейтронов-стриппингов (N_{n_s}), образованных в реакции /1/, в каждом событии измерялась длина (L_i) потенциального пробега нейтрона от первичной звезды до границ эффективной области и вычислялся геометрический вес события (W_n):

$$W_n = 1/[1 - \exp(-L_i/L_n)]$$

/2/



где L_n - средняя длина свободного пробега нейтрона с импульсом p_n / p_n принимался равным $p_d/2$ /. Значение L_n при данном p_n находилось с учетом сечений неупругих взаимодействий нейтронов с молекулой пропана /1-3/.

Всего было просмотрено около 11 тыс. стереоснимков. В результате двойного независимого просмотра найдено 10570 первичных $d(C_3H_8)$ -взаимодействий и 161 нейтральная звезда /табл.1/. Эффективности двойного просмотра для нахождения первичных и нейтральных звезд составляли соответственно 99% и 97%.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙТРОНОВ-СТРИППИНГОВ

На рис.1 приведено угловое распределение нейтральных частиц, образованных в неупругих $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях при $p_d = 1,7$ ГэВ/с нуклон. Из рисунка видно, что в области $\theta \leq 3^\circ$ имеется явный пик в распределении нейтронов, который можно связать с образованием нейтронов-стриппингов.

Действительно, по оценкам, проведенным в импульсном приближении с использованием хюльтеновской волновой функции дейтрона, процент нейтронов-стриппингов, имеющих угол вылета $\theta \leq \theta_{max}$, составляет: 91% при $\theta_{max} = 3^\circ$ и $p_d = 1,7$ ГэВ/с·нуклон. Для угла $\theta_{max} = 6^\circ$ при $p_d = 1,0$ ГэВ/с·нуклон соответствующая величина - 94% /4/.

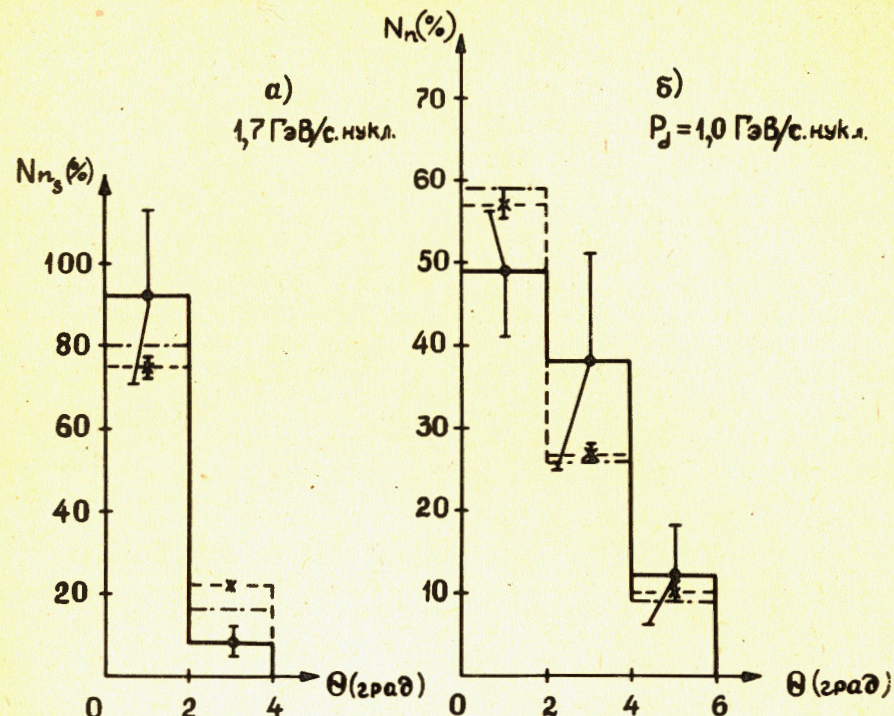
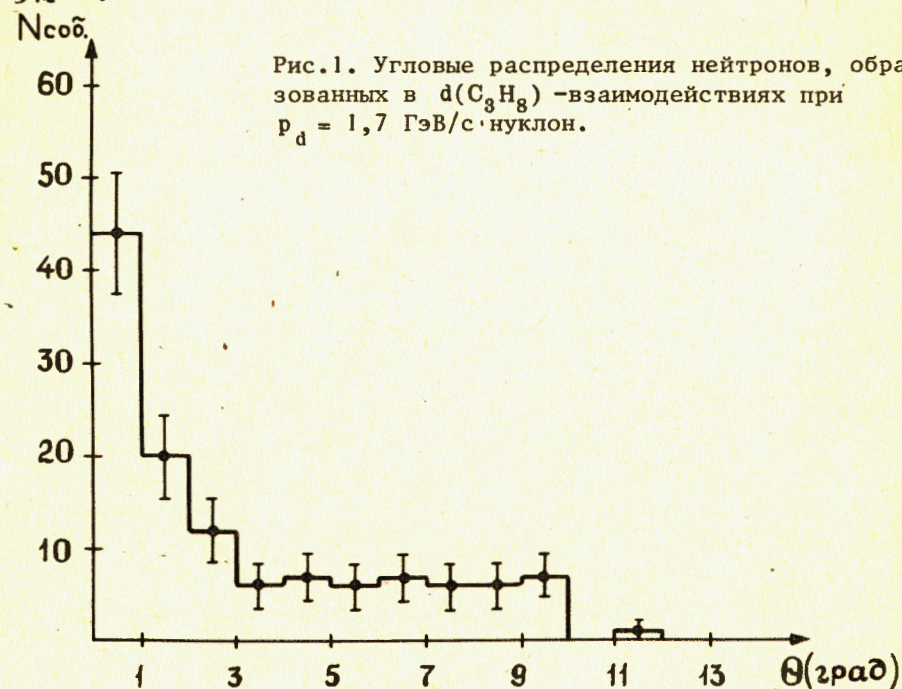


Рис.2. Распределение нейтронов-стриппингов (в %) по плоскому углу θ /сплошная гистограмма/: а/ $p_d = 1,7$ ГэВ/с·нуклон; б/ $p_d = 1,0$ ГэВ/с·нуклон. Пунктирная гистограмма - распределение протонов-стриппингов из работы /4/, штрих-пунктир - теоретические расчеты.

Фон от случайных нейтральных звезд определялся при просмотре стереоснимков, на которых не было первичных взаимодействий. Оказалось, что их вклад составляет $\leq 1\%$. События при $\theta \geq 4^\circ$ /рис.1/ в основном связаны с неупругими взаимодействиями нейтронов с молекулой пропана*. Аналогичным образом проводилась оценка примеси фоновых событий при $p_d = 1$ ГэВ/с·нуклон и $\theta_{max} = 6^\circ$. Она составила $\approx 20\%$.

На рис.2 приведены распределения N_n по θ в процентах при $p_d = 1,7$ и $1,0$ ГэВ/с·нуклон с учетом весов /2/ и после вычитания фоновых событий. Как видно из рисунка, эти распределения согласуются с расчетами /4/.

* Отсюда можно оценить верхнюю границу примеси фоновых событий при $\theta < 4^\circ$ в предположении равномерного распределения по θ этих нейтронов. Она составляет $< 30\%$.

Таблица 1

Статистика событий

| P_0 /ГэВ/с·нуклон/ | Тип взаимодействия | N_0 | N_{n_s} | $N_{n_s}(W)$ |
|----------------------|--------------------|-------|-----------|--------------|
| 1,0 | $d(C_3H_8)$ | 5958 | 28+5 | 2604+619 |
| 1,7 | $d(C_3H_8)$ | 4612 | 58+8 | 1575+236 |

В табл.1 приводится количество нейтральных звезд (N_{n_s}), образованных в $p(C_3H_8)$ -столкновениях после вычитания фоновых событий. В этой же таблице дано число вторичных нейтронов-стриппингов ($N_{n_s}(W)$) в $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях с учетом веса событий. В табл.2 приведено среднее число нейтронов-стриппингов N_{n_s} на одно неупругое $d(C_3H_8)$ -взаимодействие, полученное с учетом весов. Для сравнения в табл.2 дано значение $\langle N_{p_s} \rangle$ - среднего числа протонов-стриппингов.

Как видно из табл.2, значения $\langle N_{n_s} \rangle$ и $\langle N_{p_s} \rangle$ в пределах ошибок одинаковы /все данные о протонах-стриппингах взяты из работы^{4/}/. Здесь же приведены средние суммарные импульсы вторичных заряженных частиц в нейтральных звездах. Они часто используются для нахождения импульса нейтрона^{1,5,6/}.

3. МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В $p(C_3H_8)$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

В табл.3 приводятся средние множественности всех вторичных заряженных частиц $\langle n_{ch} \rangle$, протонов ($\langle n_{мед} \rangle$, $\langle n_{рел} \rangle$) и π^\pm -мезонов ($\langle n_{\pi^-} \rangle$, $\langle n_{\pi^+} \rangle$) в $p(C_3H_8)$ -взаимодействиях при импульсах $p_n = 1,0$ и $1,7$ ГэВ/с. Как видно из таблицы, значение $\langle n_{ch} \rangle$ в пределах ошибок одинаково, однако имеются существенные различия в $\langle n_{\pi^\pm} \rangle$ и $\langle n_{рел} \rangle$, что связано с быстрым ростом сечений NN-взаимодействий вблизи порога^{3/}.

Наблюдается уменьшение значения $\langle n_{мед} \rangle$ с ростом первичного импульса, в основном за счет роста $\langle n_{\pi^\pm} \rangle$ и $\langle n_{рел} \rangle$.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Выделены каналы с образованием нейтронов-стриппингов в неупругих $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях с $n_{ch} \geq 2$ при $p_d = 1,0$ и

Таблица 2

Средние множественности нейтронов и протонов-стриппингов в $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях

| P_0 /ГэВ/с·нукл./ | Тип взаимодействия | $\langle N_{n_s} \rangle$ | $\langle N_{p_s} \rangle$ | $\langle \sum_{ch}^n P_s^2 \rangle$ ГэВ/с |
|---------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---|
| 1,0 | $d(C_3H_8)$ | 0,44+0,10 | 0,32+0,01 | 0,97+0,15 |
| 1,7 | $d(C_3H_8)$ | 0,34+0,05 | 0,34+0,02 | 1,4+0,3 |

Таблица 3

Средние множественности вторичных заряженных частиц, образованных в $p(C_3H_8)$ -взаимодействиях

| P_0 /ГэВ/с·нукл./ | Тип взаимодействия | $\langle n_{ch} \rangle$ | $\langle n_{\pi^-} \rangle$ | $\langle n_{мед} \rangle$ | $\langle n_{p} \rangle$ | $\langle n_{рел} \rangle$ | $\langle n_{\pi^+} \rangle$ |
|---------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1,0 | $d(C_3H_8)$ | 3,3+0,3 | 0,07+0,05 | 3,1+0,3 | 0,5+0,1 | 0,10+0,06 | - |
| 1,7 | $d(C_3H_8)$ | 3,6+0,2 | 0,7+0,1 | 2,1+0,2 | 0,27+0,05 | 0,5+0,1 | 0,21+0,05 |

1,7 ГэВ/с нуклон. Получены средние множественности нейтронов-стриппингов $\langle N_{n_8} \rangle$ на одно неупругое $d(C_3H_8)$ -соударение при этих энергиях:

$$\langle N_{n_8} \rangle = 0,44 \pm 0,10 \text{ при } p_d = 1,0 \text{ ГэВ/с нуклон} \quad \text{и}$$

$$\langle N_{n_8} \rangle = 0,34 \pm 0,05 \text{ при } 1,7 \text{ ГэВ/с нуклон.}$$

2. Измерены угловые распределения нейтронов-стриппингов в $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях для $p_d = 1,0$ и $1,7$ ГэВ/с нуклон.

3. Получены данные о множественности вторичных заряженных частиц во взаимодействиях нейтронов с ядрами углерода при $p_n = 1,0$ и $1,7$ ГэВ/с.

Авторы выражают благодарность группе 2-метровой пропановой пузырьковой камеры за получение экспериментального материала и всему коллективу этого Сотрудничества за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1979, 30, с. 1548.
2. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-82-507, Дубна, 1982.
3. Flaminio V. et al. Preprint CERN-HERA, 84-01, Geneva, 1984.
4. Бекмирзаев Р.Н. и др. ОИЯИ, P1-84-70, Дубна, 1984.
5. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1983, 37, с. 641.
6. Бекмирзаев Р.Н. и др. ЯФ, 1984, 39, с. 1212.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 ноября 1984 года.

Вниманию организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

| ИНДЕКС | ТЕМАТИКА | Цена подписки на год |
|--------|--|----------------------|
| 1. | Экспериментальная физика высоких энергий | 10 р. 80 коп. |
| 2. | Теоретическая физика высоких энергий | 17 р. 80 коп. |
| 3. | Экспериментальная нейтронная физика | 4 р. 80 коп. |
| 4. | Теоретическая физика низких энергий | 8 р. 80 коп. |
| 5. | Математика | 4 р. 80 коп. |
| 6. | Ядерная спектроскопия и радиохимия | 4 р. 80 коп. |
| 7. | Физика тяжелых ионов | 2 р. 85 коп. |
| 8. | Криогеника | 2 р. 85 коп. |
| 9. | Ускорители | 7 р. 80 коп. |
| 10. | Автоматизация обработки экспериментальных данных | 7 р. 80 коп. |
| 11. | Вычислительная математика и техника | 6 р. 80 коп. |
| 12. | Химия | 1 р. 70 коп. |
| 13. | Техника физического эксперимента | 8 р. 80 коп. |
| 14. | Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами | 1 р. 70 коп. |
| 15. | Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях | 1 р. 50 коп. |
| 16. | Дозиметрия и физика защиты | 1 р. 90 коп. |
| 17. | Теория конденсированного состояния | 6 р. 80 коп. |
| 18. | Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники | 2 р. 35 коп. |
| 19. | Биофизика | 1 р. 20 коп. |

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

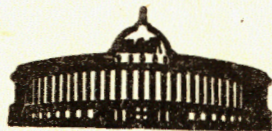
Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.
Theoretical physics.
Experimental techniques and methods.
Accelerators.
Cryogenics.
Computing mathematics and methods.
Solid state physics. Liquids.
Theory of condensed matter.
Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

JINR Rapid Communications will be issued regularly.



Бекмирзаев Р.Н. и др.

P1-84-733

Характеристики стриппинговых нейтронов в $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях при $p_d = 1,0$ и $1,7$ ГэВ/с нуклон

Среднее число вторичных нейтронов-стриппингов в $d(C_3H_8)$ -взаимодействиях при $p_d = 1,0$ и $1,7$ ГэВ/с-нуклон определено в результате исследования вторичных нейтральных звезд, вызванных нейтронами в пропановой пузырьковой камере. Их значения оказались равными: $\langle N_{ns} \rangle = 0,44 \pm 0,10$ при $p_d = 1,0$ ГэВ/с-нуклон и $\langle N_{ns} \rangle = 0,34 \pm 0,05$ при $1,7$ ГэВ/с-нукл. Получены данные о множественности вторичных заряженных частиц, образованных в неупругих $n(C_3H_8)$ -взаимодействиях. Экспериментальный материал получен при облучении 2-метровой пропановой (C_3H_8)пузырьковой камеры пучком дейтронов с импульсом $P = 1,0$ и $1,7$ ГэВ/с-нуклон на синхрофазотроне ЛВЗ ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Bekmirzaev R.N. et al.

P1-84-733

Characteristics of Secondary Neutrons-Strippings in $d(C_3H_8)$ Interactions at Incident Momenta of $p_d = 1.0$ and 1.7 GeV/c per Nucleon

The average numbers of secondary neutrons-strippings have been obtained in $d(C_3H_8)$ -interactions at $p_d = 1.0$ and 1.7 GeV/c per nucleon by means of studying secondary neutral stars induced by neutrons in a propane bubble chamber. They turned out to be: $\langle N_{ns} \rangle = 0,44 \pm 0,10$ at $p_d = 1,0$ GeV/c per nucl. and $\langle N_{ns} \rangle = 0,34 \pm 0,05$ at $p_d = 1,7$ GeV/c per nucl. The average multiplicities of secondary particles produced inelastic $n(C_3H_8)$ -collisions have been obtained. The experimental data have been obtained by means of a 2m propane bubble chamber of the Laboratory of High Energies, JINR.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984