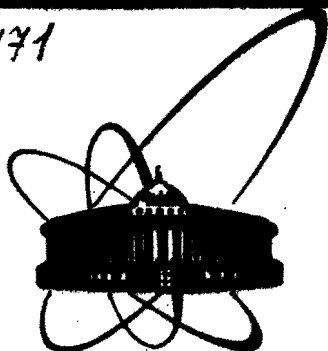


А471



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P1-86-300

Г.Д.Алексеев, В.В.Ализаде¹, В.Н.Батурин²,
Т.Д.Блохинцева, О.Е.Горчаков¹, В.В.Карпужин,
А.В.Кравцов², А.В.Купцов, В.П.Курочкин¹,
Л.Лучан, Л.Л.Неменов, Ж.П.Пустыльник

АНАЛИЗ ДАННЫХ

ПО РЕАКЦИИ $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + X$

ПРИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

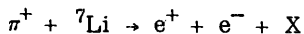
π -МЕЗОНОВ 380 МЭВ

¹ Филиал Научно-исследовательского института
ядерной физики МГУ

² Ленинградский институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова

1986

В работе ^{1/} сообщалось об обнаружении процесса обратного электророждения π -мезонов /ОЭП/ на ядрах ⁷Li:



/1/

при кинетической энергии 380 МэВ.

Реакция обратного электророждения π -мезонов на нуклонах является единственным источником информации об электромагнитном формфакторе нуклона в области времениподобных переданных четырехимпульсов от 0 до $4 M_N^2$. Поскольку реакция ОЭП на ядрах включает в себя процессы, происходящие на отдельном нуклоне, она также является носителем информации о нуклонном формфакторе.

В настоящей работе приведены результаты обработки нового статистического материала по ОЭП на ядрах ⁷Li при той же кинетической энергии, что и в работе ^{1/}, и на основе экспериментальных данных определен изовекторный дираковский формфактор нуклона F_1^v при среднем значении квадрата времениподобного переданного четырехимпульса $\bar{K}^2 = 0,13$ (ГэВ/с)².

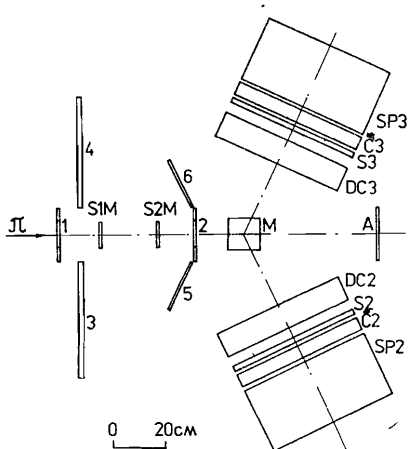


Рис.1. Схема экспериментальной установки: S1M, S2M – мониторные сцинтилляционные счетчики совпадений; A – счетчик анти-совпадений; 1,2 – счетчики с отверстиями $\phi 100$ мм; 3,4,5,6 – охранные счетчики; M – мишень; DC2, DC3 – дрейфовые камеры; S2, S3 – сцинтилляционные счетчики; Č2, Č3 – водяные черенковские счетчики; SP2, SP3 – стеклянные ливневые спектрометры.

Схема экспериментальной установки приведена на рис.1. Установка ^{2/} состоит из мониторного телескопа T1 и двух боковых телескопов T2 и T3. Боковые телескопы используются для регистрации электронов и позитронов и состоят из дрейфовых камер DC2 и DC3 ^{3/}, сцинтилляционных счетчиков S2 и S3 ^{4/}, водяных черенковских счетчиков Č2 и Č3 ^{5/} и стеклянных спектрометров SP2

и SP3^{16/}. Телескопы T2 и T3 имеют апертуру 50x50 см² и расположены под углом 65° к пучку π-мезонов.

Использовались две мишени из ⁷Li диаметром 121 мм длиной 122 мм (6,5 г/см²) и 250 мм (13,3 г/см²).

Эксперимент выполнен на π-мезонном канале синхроциклотрона ЛИЯФ^{17/}. Интенсивность пучка π-мезонов составляла 1,6·10⁶ и 0,9·10⁶ частиц в секунду при наборе статистики на короткой и длинной мишенях соответственно. Во время набора статистики на короткой мишени через мониторный телескоп пропущено 0,70·10¹¹ частиц, на длинной - 1,13·10¹¹. На магнитные ленты записана информация о 560 тысячах событий.

После отбора событий по геометрическим критериям на основе информации с дрейфовых камер, а также после введения мягких критериев на амплитуды и временное положение импульсов в детекторах боковых телескопов остались события, значительная часть которых связана с прохождением через мониторные счетчики в одном банче двух частиц, которые, рассеиваясь, попадают одна в T2, другая в T3. Поэтому для дальнейшего анализа были оставлены только те события /~500/, у которых амплитуды импульсов в мониторных счетчиках были меньше 1,6 A_{вер} / A_{вер} - наиболее вероятная амплитуда импульсов от одиночной частицы/.

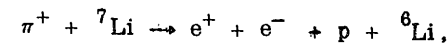
Среди оставшихся событий имеются события с большими амплитудами импульсов в сцинтилляционных счетчиках боковых телескопов и с малыми амплитудами в черенковских счетчиках по сравнению с амплитудами импульсов, полученными во время калибровок на пучке электронов. Это фоновые события, которые, по-видимому, связаны с регистрацией процессов, содержащих в конечном состоянии нейтральные и заряженные π-мезоны соответственно. Было отобрано 276 кандидатов, у которых амплитуды импульсов в сцинтилляционных и черенковских счетчиках одновременно удовлетворяли критериям A_S ≤ 1,6 A_{вер} и A_ч ≥ 0,6 A_{вер}.

Для выделения процесса /1/ анализировались распределения этих событий по квадрату недостающей массы M_x². Просуммированное для обеих мишеней распределение по M_x² приведено на рис.2; стрелкой помечено положение квадрата массы ядра ⁷Be /47,72 ГэВ²/. В работе /1/ показано, что события в интервале M_x² < 44,75 ГэВ² принадлежат в основном процессу /1/.

Чтобы определить количество событий ОЭП, распределения по M_x² описывались моделированными распределениями событий без развала ядра /с образованием в конечном состоянии ядра ⁷Be /:



с развалом ядра и двумя экспериментальными фоновыми распределениями. Распределение событий ОЭП без развала ядра определяется разрешением спектрометров /рис.3, гист.а/. При моделировании распределения событий с развалом ядра использовался матричный элемент для реакции



/3/

где ядерная вершина рассчитывалась в модели нуклонных ассоциаций^{18/} /рис.3, гист.б/. В качестве фоновых использовались, как и в работе /17/, распределения событий с большими амплитудами импульсов в сцинтилляционных счетчиках (A_S ≥ 1,6 A_{вер}) и с малыми амплитудами в черенковских счетчиках (A_ч ≤ 0,6 A_{вер}).

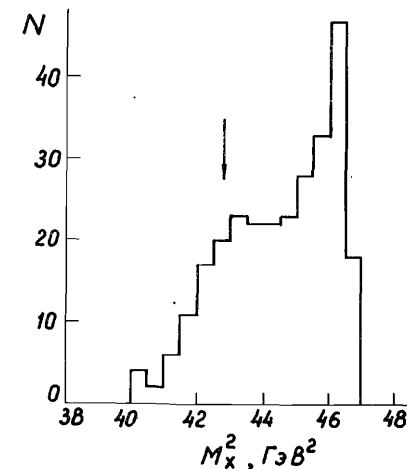


Рис.2. Распределение кандидатов ОЭП по квадрату недостающей массы M_x², соответствующее основным критериям (A_S ≤ 1,6 A_{вер} и A_ч ≥ 0,6 A_{вер}). Стрелкой показано значение квадрата массы ⁷Be /47,72 ГэВ²/.

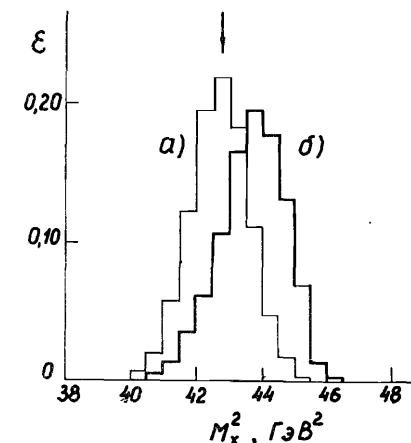


Рис.3. Моделированные распределения событий ОЭП по квадрату недостающей массы M_x²: а/ без развала ядра и б/ с развалом ядра. Стрелкой показано положение квадрата массы ⁷Be.

В результате такой подгонки было определено количество событий ОЭП. При подгонке учитывалось, что в фоновых распределениях по M_x² также имеются события ОЭП. Для критериев A_S ≤ 1,6 A_{вер} и A_ч ≥ 0,6 A_{вер} полное количество событий ОЭП получилось равным 126±16.

При вычислении сечения ОЭП в величину потока частиц, пропущенных через мишень, вводились поправки, учитывающие: а/ состав пучка; б/ просчеты, связанные с микроструктурой пучка; в/ потери из-за отбрасывания событий с большими амплитудами в мониторных счетчиках и другие. После введения этих поправок эффективный поток для короткой и длинной мишеней стал равным 0,41·10¹¹ и 0,58·10¹¹ соответственно. Полное сечение Δσ_t для событий ОЭП, регистрируемых установкой с порогами в спектрометрах 70 МэВ, получилось равным Δσ_t = 16,3±0,9/·10⁻³⁸ см². Телесный угол установки равен 0,2 ср².

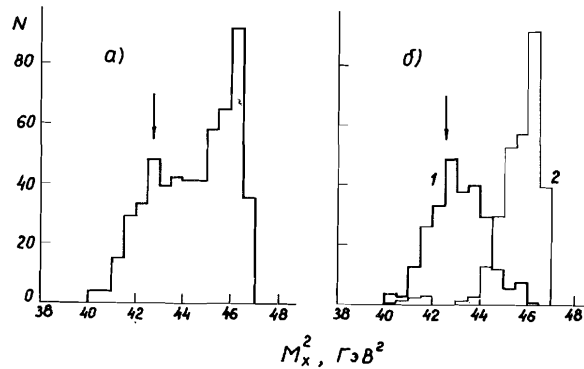


Рис.4. Суммарное распределение /настоящая работа + работа /1/ кандидатов ОЭП по квадрату недостающей массы M_x^2 : а/ исходное экспериментальное распределение; б/ распределение событий ОЭП /1/ и распределение фоновых событий /2/ после разделения.

Далее был проведен совместный анализ данных настоящей работы и работы /1/. Суммарное распределение событий по квадрату недостающей массы M_x^2 приведено на рис.4а. На рис.4б приведены распределения по M_x^2 в отдельности для событий ОЭП и фоновых событий. Разделение этих событий было проведено описанным выше способом. Количество событий ОЭП равно 262 ± 22 .

Средневзвешенные величины сечений без развала ядра $\Delta\sigma_1$, с развалом ядра $\Delta\sigma_2$ и полное сечение $\Delta\sigma_t = \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2$ по данным настоящей работы и работы /1/ равны:

$$\Delta\sigma_1 = /3,9 \pm 0,6/ \cdot 10^{-83} \text{ см}^2,$$

$$\Delta\sigma_2 = /2,6 \pm 0,7/ \cdot 10^{-83} \text{ см}^2,$$

$$\Delta\sigma_t = /6,5 \pm 0,7/ \cdot 10^{-83} \text{ см}^2.$$

Сечение ОЭП с развалом ядра $\Delta\sigma_2$ использовалось для получения изовекторного дираковского формфактора нуклона F_1^v . Среднее значение K^2 составляет $0,13 (\text{ГэВ}/\text{с})^2$.

При теоретическом анализе были сделаны следующие предположения /8/:

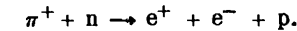
1. События с развалом ядер принадлежат процессу /3/.

2. Процесс /3/ описывается полюсной диаграммой, приведенной на рис.5.

Соответствующее сечение представляется в виде

$$\sigma_{\text{теор}} = K \sigma_{\pi^+ + n} |M_B|^2, \quad /4/$$

где K - множитель, зависящий от кинематических переменных; $|M_B|^2$ - квадрат матричного элемента, описывающего ядерную вершину; $\sigma_{\pi^+ + n}$ - сечение процесса



/5/

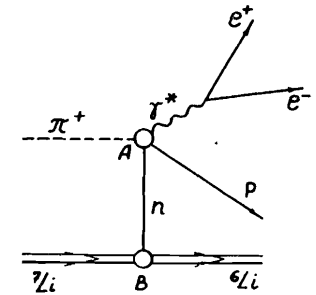


Рис.5. Диаграмма, описывающая процесс $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ e^- p + {}^6\text{Li}$ в полюсном приближении.

Сечение процесса /5/ рассчитывалось в рамках дисперсионной модели /9/. Единственным параметром модели являлся изовекторный формфактор нуклона F_1^v ; электромагнитный формфактор пиона использовался в виде: $F_\pi = F_1^v - \delta$, где δ рассчитывалось в соответствии с работами /10/.

Ядерная вершина рассматривалась в рамках модели нуклонных ассоциаций и в модели оболочек /8/. Соответственно были получены два выражения для теоретического сечения /4/, зависящие только от F_1^v . Приравнивая их экспериментальному сечению:

$$\sigma_{\text{теор}}^I(F_1^v) = \Delta\sigma_{2\text{экср}}, \quad \sigma_{\text{теор}}^{II}(F_1^v) = \Delta\sigma_{2\text{экср}},$$

получаем следующие значения нуклонного формфактора при $K^2 = 0,13 (\text{ГэВ}/\text{с})^2$: $F_1^v = 1,63 \pm 0,22$ в модели нуклонных ассоциаций, и $F_1^v = 1,46 \pm 0,22$ в модели оболочек.

Для сравнения приводим значение F_1^v , рассчитанное по работам /10/: $F_1^v = 1,53$.

Авторы благодарны М.М.Макарову и Д.М.Хазинсу за помощь в проведении эксперимента, В.Ф.Чуркиной и С.Г.Пластининой за оформление статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.Д. и др. ЯФ, 1982, 36, с.322.
2. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, Р13-81-848, Дубна, 1981.
3. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, Р13-81-762, Дубна, 1981.
4. Горчаков О.Е., Купцов А.В., Лучан Л. ПТЭ, 1983, № 6, с.45.

5. Купцов А.В. и др. ПТЭ, 1984, № 1, с.79.
6. Бережнев С.Ф. и др. ОИЯИ, 13-6192, Дубна, 1971.
7. Гордеев В.А. и др. Препринт ЛИЯФ, № 86, Л., 1974.
8. Аваков Г.В. и др. ОИЯИ, Р4-85-950, Дубна, 1985.
9. Блохинцева Т.Д., Суровцев Ю.С., Ткебучава Ф.Г. ЯФ, 1975, 21, с.850.
10. Höhler G. et al. Preprint TKP 76/1, Karlsruhe, 1976.
Höhler G., Pietarinen N. Nucl.Phys., 1975, B95, p.210.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Рукопись поступила в издательский отдел
8 мая. 1986 года.

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.

Алексеев Г.Д. и др.
Анализ данных по реакции $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + X$
при кинетической энергии π -мезонов 380 МэВ

Измерено сечение процесса $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + X$ при кинетической энергии 380 МэВ. Зарегистрировано -130 событий. Сечение, соответствующее регистрации электронов и позитронов с энергией > 70 МэВ в телесном угле $0,2 \text{ sr}^2$ под углом к пучку $\sim 65^\circ$, составляет $\Delta\sigma_t = /6,3 \pm 0,9/ \cdot 10^{-83} \text{ см}^2$. Данные настоящей и предыдущей работы по реакции $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + p + {}^6\text{Li}$ использовались для определения изовекторного нуклонного формфактора F_1^v при значении квадрата переданного четырехимпульса $K^2 = 0,13 \text{ (ГэВ/с)}^2$. Расчет ядерной вершины проводился в модели нуклонных ассоциаций /MNA/ и в модели оболочек /MO/. Соответственно было получено два значения изовекторного формфактора $F_1^v : F_1^v = 1,63 \pm 0,22 \text{ /MNA/}$, $F_1^v = 1,46 \pm 0,22 \text{ /MO/}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод авторов

Alekseev G.D. et al.
Analysis of Experimental Data from the $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + X$
Reaction at 380 MeV Pion Kinetic Energy

The cross section of the $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + X$ reaction has been measured at 380 MeV kinetic energy. About 130 events have been registered. The cross section corresponding to registering electrons and positrons with > 70 MeV energy in solid angle 0.2 sr^2 at 65° angle to the beam is $\Delta\sigma_t = (6.3 \pm 0.9) \cdot 10^{-83} \text{ cm}^2$. The data on the $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + p + {}^6\text{Li}$ reaction were used to determine the isovector nucleon form factor at $K^2 = 0.13 \text{ (GeV/c)}^2$ transferred momentum squared. The nuclear vertex was calculated in the model of nuclear associations and the shell model. Two values of isovector form factor F_1^v have been obtained: $F_1^v = 1.63 \pm 0.22 \text{ (MNA)}$, $F_1^v = 1.46 \pm 0.22 \text{ (SM)}$.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986