

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

A-50

2/16 79

P15 - 12097

1266/2-79

В.В.Ализаде, А.В.Купцов, В.П.Курочкин, Л.Л.Неменов,
Г.И.Смирнов, Д.М.Хазинс

ОЦЕНКА СЕЧЕНИЯ РЕАКЦИИ $^{12}\text{C}(\pi^-, e^+ e^-)^{12}\text{B}$
ПРИ ЭНЕРГИИ ПИОНОВ 164 МэВ

1979

P15 - 12097

В.В.Ализаде,* А.В.Купцов, В.П.Курочкин,* Л.Л.Неменов,
Г.И.Смирнов, Д.М.Хазинс

ОЦЕНКА СЕЧЕНИЯ РЕАКЦИИ $^{12}\text{C}(\pi^-, e^+ e^-)^{12}\text{B}$
ПРИ ЭНЕРГИИ ПИОНОВ 164 МэВ

Направлено в ЯФ



* ЛЯИ НИИЯФ МГУ.

Ализаде В.В. и др.

P15 - 12097

Оценка сечения реакции $^{12}\text{C}(\pi^-, e^+ e^-)^{12}\text{B}$ при энергии пионов 164 МэВ

В работе изучались возможности регистрации процесса образования $e^+ e^-$ пар при взаимодействии пионов низких энергий с ядрами. Использовалась экспериментальная установка, содержащая широкоазорные пленочные искровые камеры, сцинтилляционные и черенковские счетчики и спектрометры полного поглощения из свинцового стекла. После геометрической реконструкции отбирались события с энергиями электронов (позитронов) более 50 МэВ. Найдено 3 события, которые могут принадлежать реакциям



Распределения полученных событий по кинематическим переменным сравниваются с результатами моделирования. Оценка дифференциального сечения реакции (1) для электронов, испускаемых под углом $\sim 70^\circ$,

в л.с. составляет $\frac{d^2\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2} < 2 \cdot 10^{-32} \text{ см}^2/\text{ср}^2$ на 92% уровне достоверности. Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Alizade V.V. et al.

P15 - 12097

An Estimation of the Cross Section of $^{12}\text{C}(\pi^-, e^+ e^-)^{12}\text{B}$ Reaction at the 164 MeV Pion Energy

Possibilities of registering the $e^+ e^-$ production process at the interaction of low-energy pions with nuclei have been studied. An experimental set up that contained wide gap film spark chambers, scintillation and Cherenkov counters and lead-glass total absorption spectrometers has been used. Events with electron (positron) energies more than 50 MeV have been selected after geometry reconstruction. There have been found 3 events that can belong to the reactions



Distributions over kinematical variables of the obtained events are compared to the results of Monte-Carlo simulation. The estimation of the reaction (1) differential cross section for electrons emitted at the angle 70° l.s. is

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2} < 2 \cdot 10^{-32} \text{ см}^2/\text{ср}^2$$

at the 92% confidence level.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1979

1. ВВЕДЕНИЕ

Электромагнитные формфакторы ядер подробно изучены в области пространственноподобных переданных импульсов ($k^2 < 0$)^{/1/}. Поведение этой важной характеристики для времениподобных передач ($k^2 > 0$) не изучалось. В настоящее время неясны методы, которые позволят осуществить такие исследования.

Дифференциальные сечения реакций типа



в принципе содержат информацию о формфакторах ядер $F(k^2)$ при $k^2 > 0$. Можно надеяться, что детальное исследование этих процессов позволит получить данные по формфакторам ядер и установить основные закономерности поведения $F(k^2)$ в области времениподобных передач. В настоящей работе получена верхняя оценка сечения реакции



2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Эксперимент проводился на установке^{/2/}, применявшейся для изучения электромагнитных формфакторов пиона и нуклона^{/3/}.

Схематическое изображение экспериментальной установки, содержащей широкоазорные пленочные искровые камеры, сцинтилляционные и черенковские счетчики, спектрометры полного поглощения из свинцового стекла, приведено на рис. 1. Подробно характеристики детекторов описаны в работах /4,5/. Углеродная мишень представляла собой цилиндр $d = 100$ мм, $h = 28$ мм/, ось которого совпадала с направлением пучка пионов. Количество углерода по пучку составляло $4,62$ г/см², что соответствует $2,32 \cdot 10^{23}$ ядер/см². Эксперимент проводился на пионном пучке мезонного тракта синхроциклотрона ОИЯИ при

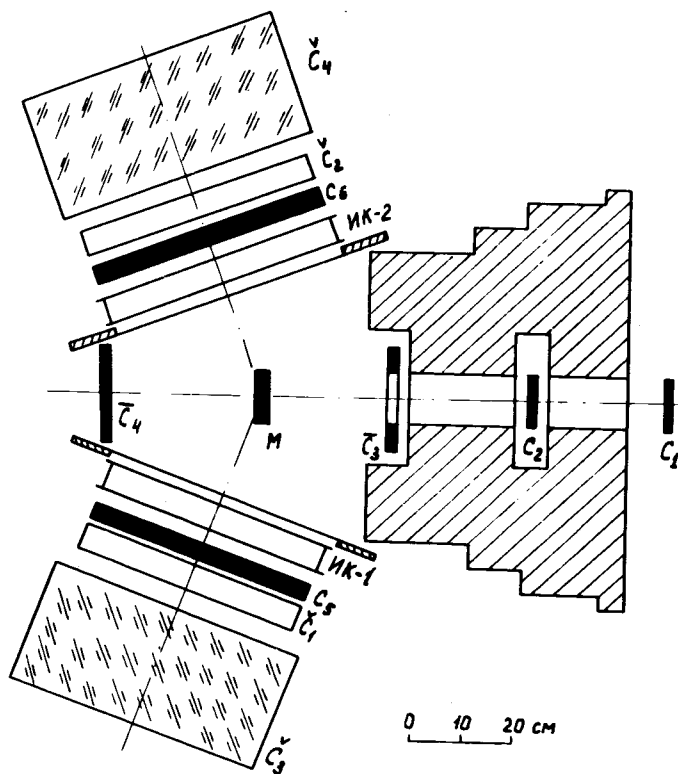


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. C_1, C_2, C_5, C_6 - сцинтилляционные счетчики, C_1, C_2 - черенковские счетчики, C_3, C_4 - черенковские спектрометры полного поглощения, $ИК_1, ИК_2$ - широкоазорные оптические искровые камеры, M - углеродная мишень.

энергии пионов 164 МэВ. За время экспозиции $T = 10$ ч было отснято 14 000 фотографий.

В ходе эксперимента регистрировались координаты и углы вылета частиц из мишени, их ионизационные потери (dE/dx) , энергосодержание в черенковских спектрометрах полного поглощения (E_1, E_2) и время пролета от мониторингового счетчика до детекторов в боковых телескопах.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Зарегистрированные события прошли обработку /6/ по программе геометрической реконструкции. Далее отбирались случаи: 1/ с энергиями $E_{1,2} > 50$ МэВ, 2/ с временем, не превышающим трех стандартных отклонений от средних значений, 3/ с амплитудами $(dE/dx)_{1,2} < 2,2(dE/dx)_{н.в.}^*$ и 4/ с эффективными массами e^+e^- пары

$\omega = \sqrt{k^2} > 160$ МэВ/с. В результате введения критериев 1/-3/ осталось 29 событий, распределения которых по ω и квадрату недостающей массы M_x^2 показаны на рис. 2. Сплошными кривыми приводятся результаты моделирования по этим же переменным для реакции /2/, а также для процессов:

$$^{12}C(\pi^-, ne^+e^-)^{11}B \quad /3/$$

$$^{12}C(\pi^-, 2ne^+e^-)^{10}B. \quad /4/$$

При моделировании детально учитывались условия как регистрации, так и отбора событий по критериям 1/-3/. Матричный элемент был взят в виде $|M|^2 = A/k^2$, где A - произвольная константа. Из сопоставления экспериментального распределения по ω с расчетными кривыми следует, что группа событий с $\omega < 160$ МэВ/с принадлежит, в основном, к фоновым процессам. Поэтому для оценки сечения реакции /2/ был введен критерий 4/,

* $(dE/dx)_{н.в.}$ - наиболее вероятная амплитуда ионизационных потерь релятивистского электрона в сцинтилляционном счетчике бокового телескопа.

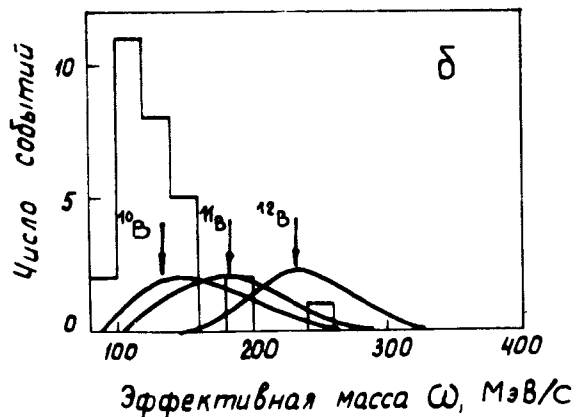
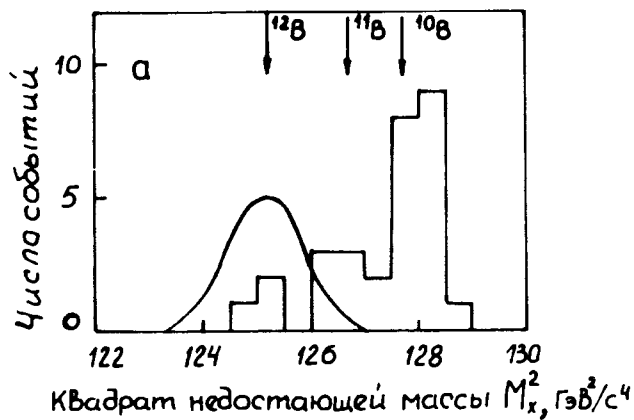


Рис. 2. Распределение событий, прошедших геометрическую реконструкцию и удовлетворяющих критерию 1/3/, по квадрату недостающей массы - а/ и по эффективной массе ω e^+e^- -пары - б/. Плавными кривыми показаны результаты моделирования. Стрелками указаны положения максимумов моделированных распределений.

который, как следует из результатов моделирования, отбрасывает меньше 1% событий реакции /2/, около 30% реакции /3/ и ~50% реакции /4/. На рис. 3 нанесено распределение оставшихся трех событий по переданному 4-импульсу t и по M_x^2 совместно с расчетными кривыми, полученными с учетом критерия по ω . Наблюдаемые 3 события соответствуют сечению: $\Delta\sigma_{\text{экс.}} = 8,2 \cdot 10^{-38} \text{ см}^2$.

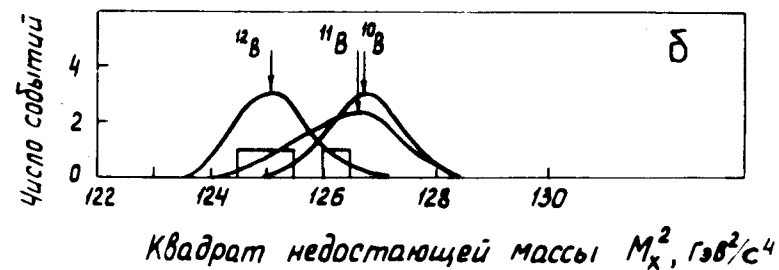
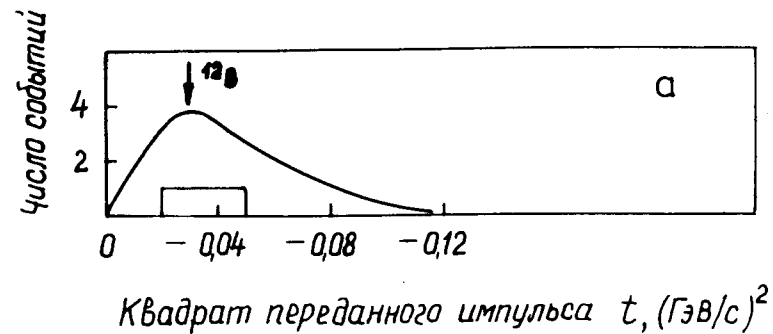


Рис. 3. Распределения событий, удовлетворяющих критерию отбора $\omega > 160 \text{ МэВ/с}$, по квадрату переданного 4-импульса t - а/ и по квадрату недостающей массы - б/. Кривые - результат моделирования.

Отсюда получена оценка величины дифференциального сечения реакции /2/ для электронов с энергией $E_{1,2} > 50 \text{ МэВ}$, испускаемых под углом -70° в л.с.:

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2} < 2 \cdot 10^{-32} \text{ см}^2/\text{ср}^2$$

на 92% уровне достоверности.

Зная функцию распределения нуклонов в ядре и величину части сечения реакции $\pi^- p \rightarrow e^+e^- n$, измеренного на данной установке /7/ при той же энергии пионов, можно рассчитать величину образования e^+e^- пары на ядре углерода. Оценка дает величину:

$$\Delta\sigma_{\text{расч.}} (\pi^- {}^{12}\text{C} \rightarrow e^+e^- \dots) = (9,2_{-2,5}^{+1,9}) \cdot 10^{-33} \text{ см}^2.$$

Полученная расчетная величина $\Delta\sigma_{\text{расч.}}$ согласуется с экспериментальной $\Delta\sigma_{\text{эксп.}}$.

Из сравнения экспериментальных данных с результатами моделирования следует, что если зарегистрированные события являются e^+e^- -парами, испущенными в реакции взаимодействия π^- -мезона с ядрами углерода, то вероятнее всего они образованы в процессах /2/ и /3/.

Авторы выражают благодарность В.Н.Шкунденкову, Е.С.Кузнецовой, Л.В.Тутышкиной, а также сотрудникам сектора сканирующих автоматов на электронно-лучевой трубке и операторам полуавтоматов ПУОС-50 за обработку फिल्मовой информации, Н.А.Владимировой, С.Г.Пластининой и В.Ф.Чуркиной за большую помощь при обработке экспериментального материала, С.Б.Герасимову, Б.З.Копелловичу, А.В.Тарасову и Р.А.Эрамжяну за полезные обсуждения, А.В.Демьянову за помощь в наборе статистического материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hofstadter R. *Ann.Rev.Nucl.Science*, 1957, 7, p.231.
2. Демьянов А.В. и др. *ОИЯИ*, 13-7683, Дубна, 1974.
3. Бережнев С.Ф. и др. *ЯФ*, 1977, 26, с.547.
4. Бережнев С.Ф. и др. *ОИЯИ*, 13-6192, Дубна, 1971.
5. Ализаде В.В., Демьянов А.В., Хазинс Д.М. *ПТЭ*, 1975, 4, с.33; 1975, 4, с.31.
6. Ализаде В.В. и др. *ОИЯИ*, P1-9478, Дубна, 1976.
7. Ализаде В.В. и др. *ОИЯИ*, 1-12074, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 декабря 1978 года.