

SU8.406950

Препринт ЕФИ-906(57)-86

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Г.Г.МКРՄՅԱՆ, И.А.ТРОШЕНКОВА

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТЕ (e, e') С РАЗДЕЛЕНИЕМ ВКЛАДОВ
ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ СЕЧЕНИЯ
В ОБЛАСТИ $E > 1$ ГэВ

ЦНИИатоминформ

ЕРЕВАН-1986

Հ.Գ.ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Ի.Ա.ՏՐՈՇԵ. ԿՈՎԱ

**/ e , e' / ԳԻՏԱԹՈՐՉԻ ՄԱՍԻՆ՝ $E > 1$ ԳԷՎ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ
ԼԱՅՆԱԿԻ ԵՎ ԵՐԿԱՅՆԱԿԻ ՀԱՏՈՒՅԹՆԵՐԻ ՆԵՐԴՐՄԱՆ ԱՌԱՆՉՆԱՅՄԱՄԲ**

Քննարկվում են / e , e' / գիտափորձի առանձնահատկությունները
ըստ երկայնակի լայնակի Բևեռացված Ֆոտոնների ներդրման առանձնացման՝
 $E > 1$ ԳԷՎ սկզբնական էներգիայի տիրույթում: Դիտված են ԵրՖի-ի
արագացուցչի վրա այդպիսի հետազոտությունների անցկացման գործնական
կողմերը:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1986

G.G.MKRTCHYAN, I.A. TROSHENKOVA

ON THE (e, e') EXPERIMENTAL WITH SEPARATION
OF CONTRIBUTIONS FROM LONGITUDINAL AND
TRANSVERSE COMPONENTS OF CROSS SECTION IN
THE RANGE OF $E > 1 \text{ GeV}$

Some features of (e, e') experiment on the separation of contributions from longitudinally and transversely polarized photons in the range of initial energies $E_0 > 1 \text{ GeV}$ are discussed. The practical realization of such investigations on the ErFI accelerator is considered.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1986

Препринт ВФИ-906(57)-86

Г.Г.МКРТЧЯН, И.А.ТРОШЕНКОВА

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТЕ (e, e') С РАЗДЕЛЕНИЕМ ВКЛАДОВ
ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ СЕЧЕНИЯ
В ОБЛАСТИ $E > 1$ ГэВ

Обсуждаются особенности эксперимента (e, e') по разделению вкладов поперечно и продольно-поляризованных фотонов в области начальных энергий $E > 1$ ГэВ. Рассмотрены практические возможности проведения таких исследований на ускорителе БРФН.

Ереванский физический институт

Ереван 1986

Как показали (e, e') эксперименты последних лет [1-4], и в особенности эксперименты [2-3] по разделению вкладов поперечно и продольно-поляризованных фотонов на ядрах, систематические измерения, особенно в области Δ_{33} -резонанса при более высоких энергиях и соответственно \vec{q} (\vec{q} - трехмерный импульс виртуального фотона), стали в настоящее время актуальной задачей. Отмечаемая в этих работах проблема зависимости положения и ширины резонанса от квадрата четырехмерного импульса, по-видимому, наиболее эффективно может быть решена в экспериментах, обеспечивающих получение спектров процесса (e, e') при $q^2 = \text{const}$. Имеющаяся к настоящему времени информация относится к области начальных энергий электрона $E < 700 \text{ МэВ}$ и $q^2 \sim 0,3 \left(\frac{\text{ГэВ}}{c}\right)^2$. В настоящей работе обсуждаются особенности такого рода эксперимента, связанные с переходом к измерениям при энергиях электрона порядка 2 ГэВ.

Принципиально измерения для разделения компонент сечения электророжения на ядре не отличаются от обычных измерений спектров по E' или $\omega = E - E'$ при фиксированных E_0 и θ . Знания в том, что таких спектров должно быть достаточно, что-

бы производить выборку или интерполяцию по переменной ω при постоянстве $q^2 = 4EE' \sin^2 \theta/2$ или $\bar{q}^2 = q^2 + \omega^2$. Возможность разделения базируется на формулах, полученных в однофотонном приближении:

$$\frac{d^3\sigma}{d\Omega d\omega} = \sigma_M \cdot R(q^2, \omega, \theta) = \sigma_M \left\{ \frac{q^4}{\bar{q}^4} R_L(q^2, \omega) + \frac{1}{2E} \frac{q^2}{\bar{q}^2} R_T(q^2, \omega) \right\}, \quad (1)$$

$$\sigma_M = \frac{\alpha^2 \cos^2 \theta/2}{4E^2 \sin^4 \theta/2}; \quad \epsilon = \left[1 + 2 \cdot \frac{\bar{q}^2}{q^2} \operatorname{tg}^2 \theta/2 \right]^{-1}; \quad (2)$$

где $R_L(q^2, \omega)$ и $R_T(q^2, \omega)$ продольная и поперечная функции отклика ядра, соответственно, не зависящие от θ . Для их нахождения при каждом значении $\omega = E - E'$ (E' - энергия рассеянного электрона) в экспериментальных спектрах необходимо обеспечить по крайней мере, две точки с разными ϵ при постоянстве q^2 (или \bar{q}^2), при этом точность определения сечения, помимо экспериментальных точностей, зависит также от интервала между величинами ϵ_1 и ϵ_2 в выбранных экспериментальных точках. Отсюда видно, что успех такого рода эксперимента - это не только вопрос времени для накопления экспериментального материала, но также и вопрос чисто кинематических ограничений, присущих тому или иному эксперименту. При энергиях Сакле в наиболее благоприятных точках интервал $\Delta\epsilon$ достигал $\sim 0,5$, а точность разделения считалась удовлетворительной для $\Delta\epsilon \geq 0,25$ при значениях ϵ от 0,2 до 0,8, причем область больших ϵ представляла наибольшие трудности при измерениях. При энергиях $E > 1$ ГэВ, напротив, доступной становится область $\epsilon \sim 1$. В качестве иллю-

страции на рис. I представлены расчеты в области ω , соответствующей квазиупругому пику. Для оценок полного сечения используется оболочечная модель ядра с параметрами для углерода из работы [5]. Расчеты выполнены для $\bar{q} = 550, 700, 800$ МэВ/с. Видно, что с ростом \bar{q} диапазон $\Delta\epsilon$ растет для одного и того же интервала по энергии 0,8 - 2,3 ГэВ. Таким образом, с этой точки зрения для измерений на ускорителе ЕрФИ удобно выбрать область больших \bar{q} .

Рассматривая практические условия проведения эксперимента, мы исследовали диапазон углов для набора энергий из интервала 0,8 - 2 ГэВ, таких, чтобы обеспечить постоянство \bar{q} или q^2 вдоль всего исследуемого диапазона по E' . На рис. 2а и 2б представлены такие кривые, сплошные - для $\bar{q} = 550$ и $\bar{q} = 700$ МэВ/с, штриховые кривые - для $q^2 = 0,3$ и $q^2 = 0,5$ ГэВ²/с², соответственно. Значения энергий указаны на рисунках. Видно, что в зависимости от того, проводить ли измерения с целью извлечения сечения при постоянных значениях \bar{q} или q^2 - величина и диапазон углов различаются. Примечательно, что с ростом энергий кривые выполаживаются на все больших участках ω , что говорит о выравнивании условий измерений при $\theta = \text{const}$ и $q^2 = \text{const}$, при этом для небольших ω и q^2 величина

$$\epsilon = \frac{4E(E-\omega) + q^2}{4E(E-\omega) - q^2 + 2\omega^2} \rightarrow 1. \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что при высоких энергиях и q^2 извлечение из измерений величины R_L становится затруднительным не только потому, что с ростом q^2 эта величина вымирает, а

также и потому, что из-за $\varepsilon \rightarrow 1$ эти измерения будут давать информацию лишь о комбинации, пропорциональной $R_L + \frac{1}{2} R_T$. На наш взгляд такая комбинация представляет самостоятельный интерес, однако программа выделения продольного вклада нуждается либо в привлечении данных других лабораторий при тех же q^2 и $\varepsilon \sim 0,3 - 0,5$, либо в дополнительных измерениях на нашем ускорителе при энергиях $0,7 - 0,8$ ГэВ.

Коротко о радиационных поправках. При энергиях $1,5-2$ ГэВ и $\omega < 500$ МэВ "хвост" от упругого пика еще не дает заметного вклада и необходимо учесть лишь поправки к непрерывным спектрам квазиупругого и резонансного пиков, которые, согласно работам [6,7] определяются интегральными уравнениями относительно сечения основного процесса. Мы планируем восстановление экспериментальных нерадикационных спектров с помощью программы обработки экспериментальных результатов методом математического моделирования, которая обеспечит точность восстановления от 2 до 10% в зависимости от энергии восстанавливаемого участка спектра, хотя при этом потребуются дополнительные измерения при тех же углах и меньших энергиях.

Полученные ниже экспериментальные оценки исходят из величин сечений в модели [5]. Хотя полные сечения для C^{12} из эксперимента [2] описываются этой моделью хорошо (рис.3), однако результат разделения (рис.4, сплошные кривые) отличается от эксперимента. Конечное состояние в наших расчетах описывается невозмущенными функциями осцилляторного потенциала, в то время как в кривых Laget (штриховые кривые рис.4) учтены дополнительные параметры возмущающего оптического потенциала [2].

Тем не менее для оценочных расчетов используемая нами модель вполне пригодна.

Далее в расчетах взяты для спектрометра $\Delta\theta = \pm 0,6^\circ$; $\Delta E'/E' = \pm 0,5\%$, толщины мишени порядка 2% радиационной длины и интенсивности пучка начальных электронов $\sim 5 \cdot 10^{10}$ $e^-/с$.

Тогда для измерений в области $q^2 \leq 0,3$ $\text{ГэВ}^2/с^2$ при $E \sim 2$ ГэВ потребуется перекрыть, как видно из рис.2, относительно небольшой интервал по углу, что на практике сведется к измерению, примерно, трех спектров при $\theta = 15,5^\circ$; 17° ; $18,5^\circ$. Исходя из величин сечения в этой области в среднем ~ 20 $\text{мкб}/\text{ГэВ.ср}$ и статистической обеспеченности $\sim 3 - 4\%$, мы получили оценку необходимого времени на ускорителе порядка 20 часов. Контрольные измерения при $E \sim 1,5$ ГэВ составляют такое же время, поэтому эта область не представляет каких-либо особых трудностей для экспериментального осуществления.

Более трудоёмкой становится программа измерений при $q^2 \sim 0,5$ $\text{ГэВ}^2/с^2$. Величины сечений при таких q^2 становятся порядка 5 $\text{мкб}/\text{ГэВ ср}$ при $E \sim 2$ ГэВ и снижаются еще на порядок при энергиях около 0,8 ГэВ . Однако в области резонанса при больших q^2 практически все сечение (eA) взаимодействия обязано поперечному фотону, поэтому в этой области можно ограничиться измерениями только при высоких энергиях. Следовательно низкоэнергетические измерения достаточно проводить лишь в области «связиупругого пика», где необходимо получить 4-5 спектров, чтобы перекрыть область углов от 60° до 75° (рис.2). Затраты ускорительного времени составят при этом ~ 600 часов.

Таким образом, уже на действующей установке вполне реаль-

программа измерений, направленная на разделение продольной и поперечной составляющих сечения (eA) взаимодействия. В области

Δ_{33} резонанса относительно просто не только дополнить имеющиеся в Сакле данные, но также и получить информацию о зависимости положения и ширины резонанса от q^2 , являющаяся широко обсуждаемой проблемой в настоящее время [1-2]. Для получения результатов в неисследованной пока области $q \sim 0,5 \text{ ГэВ}^2/c^2$ необходимо сочетать измерения в удобной для нас области $E \sim \sim 2 \text{ ГэВ}$ с измерениями при минимально доступных энергиях на ускорителе ЕрФИ ($\sim 0,75 \text{ ГэВ}$). Конечно, задача разделения была бы существенно облегчена, если бы измерения в различных центрах были бы заранее скоординированы.

Сочетание результатов для компонент R_L и R_T при низких и высоких q^2 представляет собой в некотором смысле "полный" эксперимент, так как только анализ данных для компонент сечения при резко отличающихся q^2 позволит сделать вывод, не являются ли результаты при низких q^2 , которые пока не укладываются в рамки имеющихся теоретических представлений, следствием недоучета высокоимпульсной компоненты в плотности распределения нуклонов ядра, либо существенны динамические эффекты связанности нуклонов, которые отражаются на структурных функциях нуклона в ядре.

Авторы благодарны И.Г. Азнаурян за полезные обсуждения.

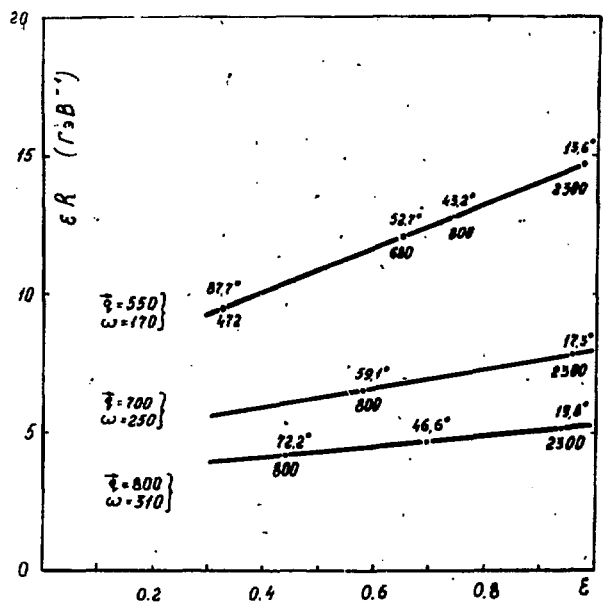


Рис. 1

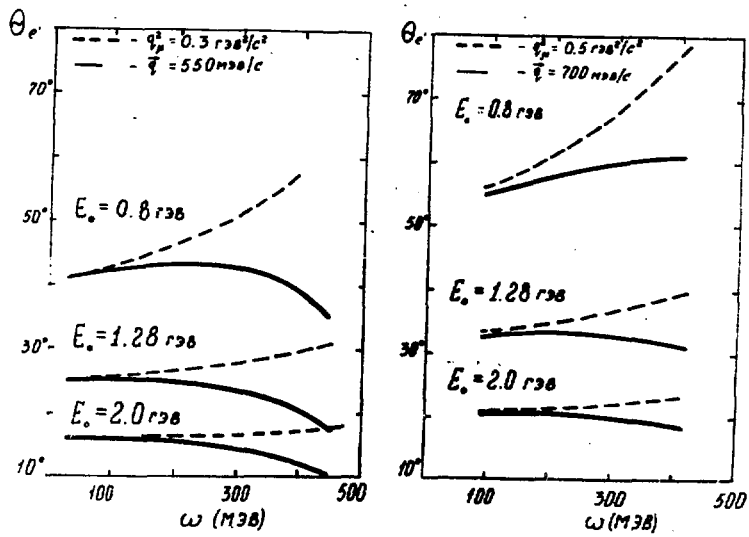


Рис. 2

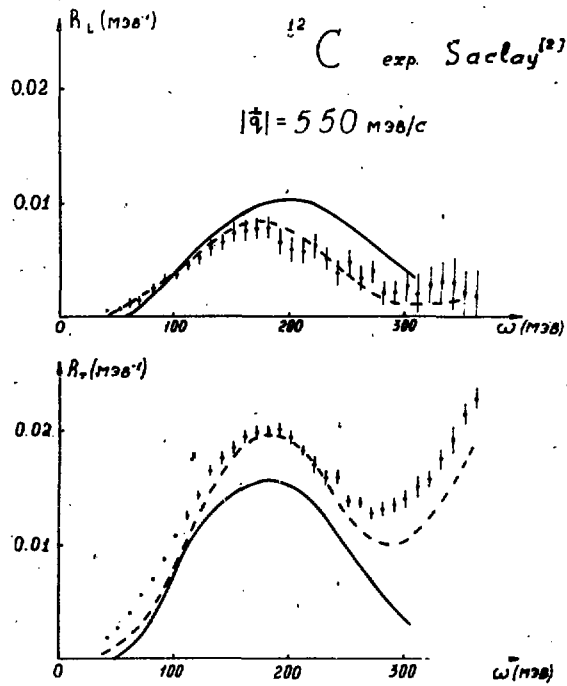


FIG. 3

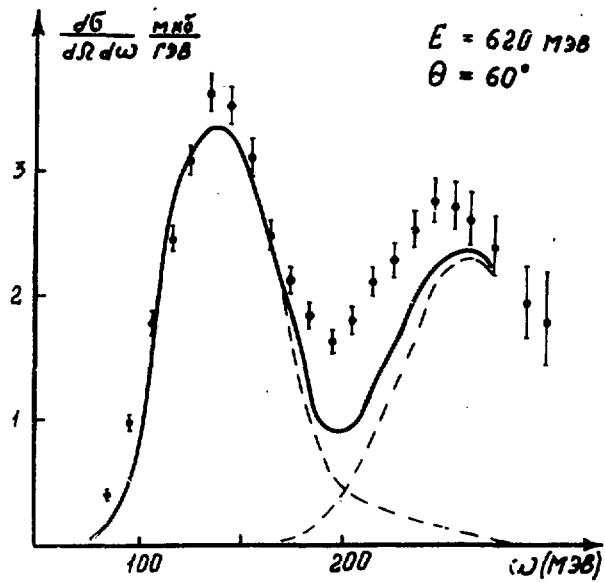


FIG. 4

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Диапазон кинематических параметров (e, e') процесса.

Расчеты сечения по модели [5]. Значения \bar{q} , ω и начальных энергий (под прямыми) приведены в единицах мегэлектронвольт.

Рис.2 Диапазон углов для разных кинематических областей при фиксированных q^2 - штриховые кривые, и \bar{q} - сплошные кривые.

Рис.3 Продольная R_L и поперечная R_T составляющие сечения, рассчитанные по модели [5] - сплошные кривые. Штриховые кривые - расчеты Laget [2].

Рис.4 Расчеты по модели [5] к эксперименту Saclay [2] для квазиупругого и резонансного пиков - штриховые кривые. Сумма указана сплошной кривой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. O'Connell J.S., Dodge W.R., Lightody J.W. et al. Electron Scattering in the Excitation Region of the Delta Resonance on Nuclei with $A=1$ to 16. Phys.Rev.Lett. 1984, vol.53, p.1624.
2. Barreau P., Bernheim M., Duclos J. et al. Deep-inelastic electron scattering from carbon. Nucl.Phys. 1983, vol.A402, p.515.
3. Marchand C., Barreau P., Bernheim M. et al. Transverse and longitudinal response functions in deep inelastic electron scattering from ^3He . Phys.Lett. 1985, vol.153B, p.29.
4. Meziani Z.E., Barreau P., Bernheim M. et al. Coulomb Sum Rule for ^{40}Ca , ^{48}Ca , and ^{56}Fe for $|\vec{q}| \leq 550$ MeV/c. Phys. Rev.Lett., 1984, vol.52, p.2130.
5. Aznauryan I.G., Troshenkova I.A., Electron scattering from light nuclei in the regions of quasi-elastic peak isobar excitation. Prepr: Yerevan Phys.Inst. IPI-781(8)-85
6. Mo L.W., Tsai Y.S. Radiative Corrections to Elastic and Inelastic ep and μp Scattering Rev.Mod.Phys., 1969, vol.41, p.205.
7. Tsai J.S. Radiative corrections to electron scatterings. SLAC-PUB-848, January 1971.

Рукопись поступила 13 июня 1966 г.

Г.Г. МКРТЧЯН, И.А. ТРОШЕНКОВА

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТЕ (e, e') С РАЗДЕЛЕНИЕМ ВКЛАДОВ ПРОДОЛЬНОЙ И
ПОПЕРЕЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ СЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ $E' > I$ ГэВ

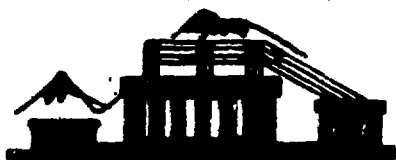
Редактор Л.П. Мукаян

Технический редактор А.С. Абрамян

Подписано в печать 16/IX-86г. ВФ-06873 Формат 60x84/16
Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5 Тираж 299 экз. Ц. 8 к.
Зак. тип. № 491 Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркарян 2

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ