

ЕФИ-822(49)-85

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Լ.Տ.ԲԱԴՏԱՐՅԱՆ, Ե.Մ.ԲՕՅՄՉՅԱՆ, Դ.Բ.ԿԱԶԱՐՅԱՆ,
Մ.Ը.ԿԱՐԻԵՅՈՒՆ, Զ.Ր.ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ, Դ.Դ.ՄԿՐՏՉՅԱՆ,
Ի.Ա.ՏՐՕՏԵՆԿՕՎԱ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОНОВ С ЯДРАМИ ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{28}\text{Si}$
В ОБЛАСТИ КВАЗИУПРУГОГО ПИКА И Δ_{33} -РЕЗОНАНСА

ЦНИИатоминформ

ЕРЕВАН-1985

© Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по атомной науке
и технике (ЦНИИатоминформ) 1985г.

D.S.BAGDASARYAN, E.M.BOYAKHCHYAN, M.D.KARIBYAN,
G.B.KAZARYAN, E.R.MARKARYAN, S.G.MKRTCHYAN,
I.A.TROSHENKOVA

INTERACTION OF ELECTRONS WITH ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{28}\text{Si}$
NUCLEI IN THE REGION OF QUASI-ELASTIC PEAK
AND Δ_{33} -RESONANCE

The cross sections (e, e') for the reactions on ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$ and ${}^{28}\text{Si}$ nuclei are measured in the region of quasi-elastic peak and Δ_{33} -resonance at 1.5 and 2.0 GeV energies. Electrons scattered at angles 15.5° were analysed with a magnetic spectrometer. The apparatus calibration was carried out according to the process of elastic electron scattering on polyethylene hydrogen. The background was taken into account under measurements without target and at the spectrometer reversed polarity. The experimental results are in good agreement with calculations of nucleus shell model involving the dispersion relations for determination of nucleon cross sections in the Δ_{33} -resonance region. Excess of the experiment over the theory is observed at the pion production threshold.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1989

УДК 539.173.2:539.142

Д. С. БАГДАСАРЯН, Е. М. БОЯХЧЯН, Г. Б. КАЗАРЯН,
 М. Д. КАРИБЯН, Э. Р. МАРКАРЯН, Г. Г. МКРТЧЯН
 И. А. ТРОФИМЦОВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОНОВ С ЯДРАМИ ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{13}\text{C}$
 В ОБЛАСТИ КВАЗИУПРУГОГО ПИКА И Δ_{33} -РЕЗОНАНСА

Измерены сечения реакции (e, e') на ядрах ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{13}\text{C}$ в области квазиупругого пика и Δ_{33} -резонанса при энергии E_0 и $2,0$ ГэВ. Рассеяние под углом $15,5^\circ$ электронов анализировалось магнитным спектрометром. Калибровка магнитного спектрометра велась по процессу упругого рассеяния электронов на водороде и полиэтилене. Фон учитывался по измерениям без рассеяния и по обратной полярности спектрометра. Экспериментальные результаты находятся в хорошем согласии с расчетами по теории взаимодействия ядра с привлечением квантовых соотношений для ядерных и нуклонных сечений в области Δ_{33} -резонанса. В области квазиупругого пика наблюдается превышение экспериментальных сечений

Ереванский физический институт

Ереван 1965

Введение

Измерения реакции (e, e') на ядрах в области квазиупругого пика и Δ_{33} -резонанса, несмотря на почти 20-летнюю историю, продолжают привлекать внимание теоретиков и экспериментаторов. На первой стадии работ измерения велись лишь непосредственно в квазиупругом пике, при этом вклад от резонанса со стороны неупругости представлялся как фон. По мере продвижения измерений в неупругую область выяснилось, что теоретические расчеты с использованием одночастичной модели независимых частиц в импульсном приближении без учета добавочных механизмов взаимодействия не описывают данные в области перекрытия квазиупругого и резонансного пиков [1]. Правда, надо отметить, что сечение в резонансной области на ядре в сильной степени зависит не только от модели ядра, но и от способа описания резонансного сечения на свободном нуклоне. Так, например, результаты эксперимента [2] на ${}^6\text{Li}$ и ${}^{12}\text{C}$ описывались моделью [3] с привлечением высокоимпульсных корреляций, а в работе [4] те

Углерод	^{12}C	12	12	12	12	12	12
Кремний	^{28}Si	28	28	28	28	28	28
Полиэтилен	(CH_2)		47.9	3.192	1.19	3.19	3.19

Мониторинг пучка осуществлялся монитором вторичной эмиссии [14] и квантометром Гаусса с точностью $\approx 2\%$. Размеры и угловые расходимости пучка на мишени ~ 12 мм и ~ 10 мр по горизонтали и ~ 5 мм и ~ 14 мр по вертикали, энергетический разброс $\sim 1\%$. Рассеянные электроны регистрировались под углом $15,5^\circ$ магнитным спектрометром, состоящим из двух квадруольных линз МЛ-16 и вертикально отклоняющего магнита СП-137. В режиме работы "фокус в фокус" импульсный захват спектрометра составлял $\sim 10\%$, угловой $\sim 1,9$ мср. Регистрирующую аппаратуру спектрометра функционально можно разбить на три части: апертурные счетчики ($C_1 - C_3$), систему идентификации электронов (dE/dx) и импульсный годоскоп из 11 сцинтилляционных счетчиков ($\Gamma_1 - \Gamma_{11}$). Точности определения энергии и угла рассеянного электрона со-

2. Выводы

Выводы: все выше изложенное указывает на то, что процесс захвата нейтронов в реакторе происходит в основном за счет захвата нейтронов в реакторе.

Для возможности исследования процесса захвата нейтронов в реакторе необходимо использовать методы измерения нейтронного потока и нейтронного спектра.

Выводы: нейтронный поток в реакторе зависит от энергии нейтронов.

$$K_{\text{н}} = \frac{N_1}{\Delta N_1 \Delta E_1} \cdot \frac{1}{\Phi} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

- N_1 - число ядер вещества
- ΔN_1 - масса - удельной массы вещества
- ΔE_1 - величина энергии нейтрона захвата
- $K_{\text{н}}$ - коэффициент эффективности триггерных счетчиков
- Φ - эффективность i-ого элемента импультного подсчета;
- Φ - поток падающих электронов;
- N_1 - счет подсчетного элемента с учетом сч. погр. ($N_1 = N_1 - N_0$);
- $K_{\text{н}}$ - нормированный коэффициент абсолютных сечений, измеренных по другому типу на водороде

$$K_{\text{н}} = 0,99 \pm 0,10 \text{ при } E = 1,54 \text{ ГэВ}$$

$$K_{\text{н}} = 0,86 \pm 0,09 \text{ при } E = 2,0 \text{ ГэВ}$$

Номер элемен- та го- доскопа i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\Delta E_i \cdot \varepsilon_i / E_i$ (%)	1,22	1,14	1,07	1,01	0,99	0,90	0,97	0,93	0,90	0,84	0,86

Счет годоскопического элемента ${}^{11}\text{P}_i$, кроме основного эффекта, содержит вклад от случайных совпадений и фоновых процессов. Главными источниками фона являются следствия от процесса $\gamma \rightarrow e^+e^-$, неподавленные π^- -мезоны, а также общий фон экспериментального зала.

Уровень случайных совпадений непрерывно контролировался электроникой и при интенсивности пучка $\sim 5 \cdot 10^{11} \text{e}^-/\text{с}$, составлял $\leq 1\%$. Фон от остаточного газа и внешнего фона контролировался по измерениям без выключенной и по формуле (1.10)

зуют случаю нулевой толщины мишени. Видно, что: а) экспериментальные данные для обеих толщин хорошо совпадают с расчетными кривыми (сплошными); б) поправки в максимуме квазиупругого спектра для толщин мишени 0,022 рад.ед. и 0,043 рад.ед. составляют $\sim 25\%$ и $\sim 30\%$, соответственно; в) при указанных толщинах радиационные эффекты приводят к смещению положения квазиупругих пиков в сторону больших энергетических потерь на ~ 20 МэВ.

Увеличение толщины мишени в два раза приводит к росту радиационных поправок всего на 5-7% и объясняется тем фактом, что до $t \leq 0,1$ рад.ед. с толщиной мишени связано лишь $\sim 20\%$ радиационной поправки, остальная же часть поправки существует и при толщинах мишени ~ 0 (штрихпунктирные кривые на рис.2).

Применяемая процедура учета радиационных процессов для указанных толщин мишени обеспечивает точность не хуже 1%.

Экспериментальные спектры рассеянных электронов на ядрах ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{28}\text{Si}$ приведены на рис.3. Указанные ошибки включают статистические (3 - 5)% и ошибки (3%), связанные с определением коэффициентов ($\Delta E'_i \cdot \epsilon_i$) (табл.2). Систематические ошибки, обусловленные мониторингом пучка и нормировочными коэффициентами, составляют $\sim 10\%$. Для всех ядер хорошо наблюдается характерный пик квазиупругого рассеяния, ширина которого увеличивается с ростом атомного номера ядра. Наблюдается также второй пик, соответствующий рождению Δ_{33} -резонанса.

Анализ полученных данных в оболочечной модели проводился на основе работы [10] в предположении, что сечение на ядре

... в области ω_{10} резонанса ...
 ... центромагнитные формы ...
 ... симметричные формы ...

... в области ω_{10} резонанса ...
 ... симметричные формы ...
 ... симметричные формы ...

... в области ω_{10} резонанса ...
 ... симметричные формы ...
 ... симметричные формы ...

взаимодействия фотона с нуклоном ядра в простой модели независимых частиц.

Расчеты с помощью модели Ферми, из-за резкого обреза по импульсу нуклона в ядре, приводят к усилению расхождения между теорией и экспериментом в области порога рождения π^- -мезонов. Для сравнения в качестве иллюстрации на рис. 3 приведены расчеты в модели Ферми-газа [21] в области квазиупругого

взаимодействия как параметры экспериментальной установки так и релятивистские поправки.

В области квазиупругого пика нормированные на нуклон облученного ядра с атомным номером Z дифференциальные сечения имеют вид: $d\sigma/d\Omega \approx Z^2 \sigma_{el} \frac{d\sigma_{in}}{d\Omega}$, где σ_{el} — сечение эластичного рассеяния на нуклоне, $d\sigma_{in}/d\Omega$ — дифференциальное сечение взаимодействия фотона с нуклоном в ядре. В области $\Delta E \approx \Delta E_{el}$ резонанс ΔE_{el} — резонанс в ядре, зависящий от атомного номера Z . В рис. 4 приведены результаты теоретических расчетов с параметрами $Z=12$ и $Z=20$, но исключая фактор Z^2 в области $\Delta E \approx \Delta E_{el}$.

В расчетах $Z=12$ и приведенных теоретических кривых в оболочечной модели не было свободных параметров, коэффициентов подавления для ядер отдельных оболочек или констант, по разному действующих в разных типах виртуальных и реальных процессов, не вводились.

Наше внимание к приведенным ранее расчетам для экспериментов [10] и [11] в OHSY [12] по одной и той же модели [16] по-

казали, что в целом квазисвободная картина воспроизводит главные характеристики спектров, не описывая лишь $\sim 3-5\%$ в области перекрытия квазиупругого пика и Δ_{33} -резонанса. Есть основание надеяться, что, приняв использованные параметры работы [10] за основу и вводя высокоимпульсные корреляции между нуклонами, удастся воспроизвести полные спектры.

Авторы благодарят Г.А.Вартапетяна за постоянный интерес к работе и полезные обсуждения, С.С.Арутюняна, А.А.Агаджаняна, М.К.Бояджян, О.П.Петросяна и А.А.Аракеляна за помощь при проведении измерений и обработке результатов.

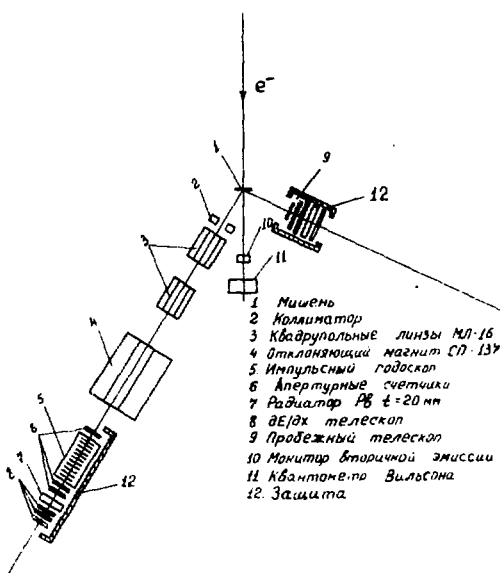


Рис. I Общий вид расположения экспериментальной установки.

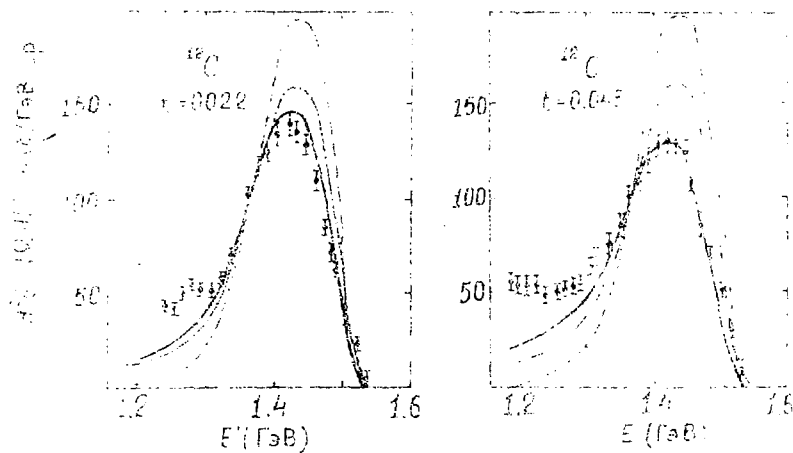


Рис. 2 Экспериментальные спектры для ^{12}C при энергии 1,54 ГэВ для двух толщин мишени. Кривые - теоретический расчет в оболочечной модели без радиационных поправок (пунктирные), при толщине мишени "t" радиационных единиц (штрихпунктирные), при реально измеренных толщинах (сплошные).

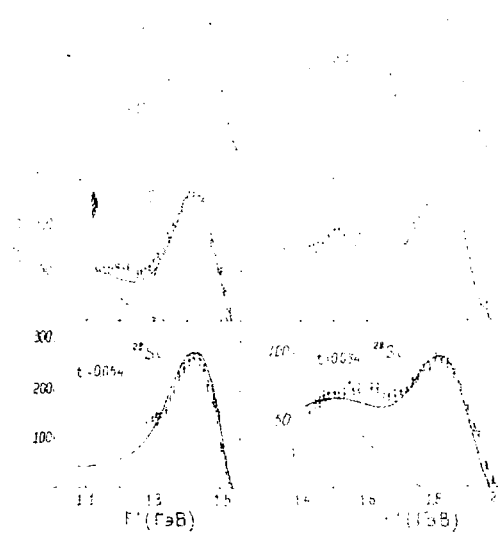


Рис.3 Экспериментальные спектры (e, e') для ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{28}\text{Si}$.
Кривые - теоретический расчет в модели Ферми-газа (штрихпунктирные), оболочечной модели (пунктирные), сумма расчетных кривых в оболочечной модели квазиупругого пика и Δ_{33} -резонанса (сплошные).

CITATION LISTING

1. Parreau P., Germain M., Brussel M. et al. Deep Inelastic Electron Scattering from ^{16}O Nucl. Phys. 1981, vol. A358, p. 287.
2. Heinrich M.H., Koberling M., Moritz O. et al. High Energy Electron Scattering from ^{12}C and ^{16}O Nucl. Phys. 1974, vol. 231, p. 509.
3. Gutbrod A., Simon O. On the theory of photo and electroproduction of the $A^*(1236)$ N. Cim. 1967, vol. 41, N. 2, p. 602.
4. Hies W., Strohmusch U., Frank R. et al. High Energy Electron Scattering on Li and ^{12}C as an Incoherent Superposition of Single Nucleon Processes Phys. Lett. 1970, vol. 36, p. 111.
5. Hies W. High Electroproduction from Nuclei Phys. Rev. 1964, vol. 134, N. 4, p. 1154.
6. Lager G.M. From Real to Virtual Photons Nucl. Phys. 1981, vol. A358, p. 275.
7. Klingenberg K. Excitation of Nuclear A^* - resonances in Deep Inelastic electron scattering Nucl. Phys. 1981, vol. A358, p. 237.
8. Altemus A., Carolle A., Day D. et al. Longitudinal and Transverse Inelastic Electron Scattering from ^{56}Fe Phys. Rev. Lett. 1980, vol. 44, p. 955.

10.
11.
12.
13. Багдасарян Д.С., Бояхчян Е.М., Казарян Г.Б. и др. Характеристики выведенного пучка e^- Ереванского синхротрона. Препринт ЕФИ-793(20)-85, Ереван, 1985.
14. Амбарцумян В.Г., Бояхчян Е.М., Мартirosян М.А. Измерение некоторых параметров пучка тонкостенной ионизационной камерой. Препринт ЕФИ-647(37)-83, Ереван, 1983.
15. Амбарцумян В.Г., Арутюнян С.С., Багдасарян Д.С. и др. Установка для исследования взаимодействия электронов с ядрами в области энергий до 5 ГэВ. Препринт ЕФИ-648(38)-83, Ереван, 1983.
16. Багдасарян Д.С., Бояхчян Е.М., Казарян Г.Б. и др. Калибровка магнитного спектрометра "Электрон". Препринт ЕФИ-792(19)-85, Ереван, 1985.
17. Crown L.L., Nowry S.A. A Computer Program for Designing Charged Particle Beam Transport System SLAC-91, Stanford 1975.

IS. No L. 2, Trai Y. 3. Relative Corrections to Elastic and
Inelastic σ_p and σ_n Scattering (Rev. Mod. Phys., 1954,
vol. 26, p. 204).

Мандельштам Л. П., Митчелл Р. М., Трешенкова Т. А. о влиянии
релятивистских поправок в спектрах ковалентных кристаллов
электронного рассеяния. Известия АН УССР, физ.-матем. науки,
1958.

Мандельштам Л. П., Митчелл Р. М., Трешенкова Т. А. о влиянии
релятивистских поправок в спектрах ковалентных кристаллов
электронного рассеяния. Известия АН УССР, физ.-матем. науки,
1958.

Мандельштам Л. П., Митчелл Р. М., Трешенкова Т. А. о влиянии
релятивистских поправок в спектрах ковалентных кристаллов
электронного рассеяния. Известия АН УССР, физ.-матем. науки,
1958.

Мандельштам Л. П., Митчелл Р. М., Трешенкова Т. А. о влиянии
релятивистских поправок в спектрах ковалентных кристаллов
электронного рассеяния. Известия АН УССР, физ.-матем. науки,
1958.

Впервые опубликовано 10 июля 1958 г.

Д.С. БАГДАСАРЯН, Е.М. БОЯХЧЯН, Г.Б. КАЗАРЯН, М.Д. КАРИБЯН,
Э.Р. МАРКАРЯН, Г.Г. МКРТЧЯН, И.А. ТРОШЕНКОВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОНОВ С ЯДРАМИ ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{28}\text{Si}$
В ОБЛАСТИ КВАЗИУПРУГОГО ПИКА И Δ_{33} -РЕЗОНАНСА

Редактор Л.П. Мукаян

Технический редактор А.С. Абрамян

Подписано в печать 5/Х-85 ВФ-09029 Формат 60x84/16
Офсетная печать. Уч. изд. л. 1,0 Тираж 299 экз. Ц. 16 к.
Зак. тип. № 423 Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркаряна 2

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ