

ՓՓԻ-838(65)-85

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Դ.Տ.ԲԱԳԴԱՏԱՐՅԱՆ, Դ.Ա.ՎԱՐՏԱՊԵՏՅԱՆ, Ս.Ի.ԳԱԼՄՅԱՆ,
Դ.Բ.ԿԱԶԱՐՅԱՆ, Մ.Դ.ԿԱՐԻԲՅԱՆ, Յ.Ր.ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ,
Դ.Ա.ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Դ.Դ.ՄԿՐՏՉՅԱՆ

КВАЗИУПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ($e, e'p$)
НА ЯДРАХ ${}^9\text{Be}$ и ${}^{28}\text{Si}$



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЦНИИатоминформ

ЕРЕВАН-1985

K.A. ATSAGORTSIYAN, L.A. GEVORGYAN

SUPPRESSION OF TRANSPARENCY EFFECT AND
INVESTIGATION OF PARTICLE REFLECTION FROM
ASYMMETRIC POTENTIAL WELL

The particle one-dimensional motion in the field of asymmetric potential Poschl-Teller well is considered. The particle total passage effect is shown to be suppressed at the particle energies as distinct from the symmetric well. The reflection coefficient grows with increasing the well asymmetry, while at the particle high energies its exponential decrease is replaced versus energy by the power-law dependence. A dispersion is obtained and energy spectrum is found for the particle bound states. The influence of the potential asymmetry on the shape of the particle wave functions is investigated. The analytical conclusions are illustrated by a numerical calculation at various values of the problem parameters.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1985

I. Введение

Исследование угловых и энергетических спектров вылетающих из ядер протонов в процессах $(e, e'p)$ дает важные сведения как о самих ядрах, так и о механизме eA -взаимодействия [1].

В последние годы интерес к процессам $A(e, e'p)A-I$ возрос. Появились новые экспериментальные работы и теоретические модели, изучающие более тонкие эффекты, связанные со структурой ядра (см. работы [2-3] и имеющиеся там ссылки).

На выведенном электронном пучке Ереванского синхротрона исследовался процесс $A(e, e'p)A-I$ и получены первые результаты.

В данной работе представлены методика измерения и результаты по исследованию угловой зависимости выхода протонов в реакции $(e, e'p)$ на ядрах ${}^9\text{Be}$ и ${}^{28}\text{Si}$ при значениях начальной энергии электронов 1,54 и 2,0 ГэВ и угле регистрации рассеянных электронов $15,5^\circ$ в области квазиупругого пика.

2. Экспериментальная установка и измерение

Эксперимент выполнен на пучке выведенных электронов Ереван-

ского синхротрона. Схема экспериментальной установки показана на рис.1.

Рассеянные электроны регистрировались магнитным спектрометром "Электрон" под углом $\theta_e = 15,5^\circ$. Спектрометр обеспечивал угловой захват $\sim 1,9$ мр, импульсный захват $\sim 10\%$. Точность определения энергии и угла рассеянных электронов соответственно составляет $\Delta E/E' = \pm 0,5\%$ и $\Delta \theta_e = \pm 2,3^\circ$.

Вылетающие из ядер протоны регистрировались пробным детектором, угол которого менялся относительно направления падающего пучка в диапазоне от 50 до 110° . Протонный детектор имел телесный угол ~ 20 мр и содержал четыре сцинтилляционных счетчика. Второй счетчик служил для измерения конизационных потерь, последний - антисовпадательный. Перед антисовпадательным счетчиком размещался поглотитель C , толщиной ~ 30 мм обеспечивающий диапазон кинетических энергий регистрируемых протонов $60 - 300$ МэВ, точность определения угла $\Delta \theta_p = \pm 6^\circ$.

Пучок электронов с энергией $1,54$ и $2,0$ ГэВ фокусировался на мишени (9Be и ^{26}Si , толщиной $0,04$ и $0,05$ радиационных единиц, соответственно). Размеры пучка на мишени ~ 10 мм, энергетический разброс $\pm 0,5\%$. Мониторинг пучка осуществлялся монитором вторичной эмиссии и квантометром Гаусса с точностью $\sim 2\%$.

Более детальные сведения относительно экспериментальной установки можно найти в работе [4].

Для контроля аппаратуры проводились измерения спектров на мишени CH_2 в области энергий, соответствующих упругому пику

на водороде. В ходе измерений непрерывно контролировались амплитудные спектры счетчика dE/dx протонного плеча и временной спектр совпадений ($e'p$).

Отдельные измерения были выполнены также на мишенях 6Li и ^{12}C , имеющих соответственно толщины $0,05$ и $0,01$ радиационных единиц.

Относительно уровня фона случайных совпадений между каналами электрон-протон в измеренных спектрах можно судить по спектру ТА-конвертора, показанного на рис.2. Видно, что фон случайных совпадений не превышает $\sim 10\%$.

3. Результаты и анализ

На рис.3 показаны угловые и энергетические зависимости счета ($e, e'p$), полученные на мишени CH_2 для $E = 1,54$ ГэВ и $\theta_p = 70^\circ$ в области упругого пика на водороде. Видно, что на обоих спектрах хорошо наблюдается максимум. Положение пиков и их ширины соответствуют расчетно-ожидаемым. Ширины пиков составляют по $\Delta \theta_p = \pm 6^\circ$ и по $E \sim 30$ МэВ и в основном обусловлены решением экспериментальной установки.

Энергетические спектры рассеянных электронов в случае регистрации на совпадение протонов отдачи выглядят заметно уже по сравнению со спектром (e, e') реакций (см.рис.4). Со стороны больших E' сужение обусловлено порогом обрезания протонного детектора, а со стороны малых E' - в основном подавлением вклада Δ_{33} -резонанса.

На рис.5 показаны зависимости нормированных на нуклон выходов реакции ($e, e'p$) от угла вылета протонов при энергии 1,54 и 2,0 ГэВ. Наблюдается уменьшение нормированного на нуклон сечения в области максимума с увеличением A (в районе $\theta_p = 60 - 70^\circ$), а в области больших углов, наоборот, сечение на тяжелом ядре имеет тенденцию превращения над легким. В максимуме квазиупругого пика при 2,0 ГэВ нами исследована зависимость нормированного на нуклон сечения от атомного номера для ядер ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$ и ${}^{28}\text{Si}$ (рис.6).

Указанные зависимости, естественно, искажены радиационными поправками и эффектами взаимодействия протонов в конечном состоянии. В данном эксперименте анализировались протоны с кинетической энергией $T_p > 80$ МэВ и, как показано в работе [6], для них эффекты взаимодействия протонов в конечном состоянии малы и не сильно искажают распределение. Относительно эффектов радиационных поправок можно судить по проводимым нами расчетным данным реакции (e, e') для этих же ядер [8]. В максимуме пика они составляют $\sim 30\%$ и для выбранных мишеней ${}^9\text{Be}$ и ${}^{28}\text{Si}$ примерно одинаковы. Следовательно, полученная нами A -зависимость не имеет большого искажения.

Расчет показывает, что имеющиеся в настоящее время большие неопределенности в направлении рассеянных электронов ($\pm 2,5^\circ$) и протонов отдачи ($\pm 6^\circ$) обеспечивают точности для определения импульса внутриядерного нуклона $\sim (30 - 40)\%$.

Доля протонов, имеющих внутриядерный импульс ≥ 300 МэВ/с в измеренные спектры, составляет 15-20%. Имеется указание в пользу увеличения высокоимпульсного хвоста с увеличением атом-

ного номера ядра.

Анализ полученных данных и улучшение параметров установки позволит изучать высокоимпульсную компоненту нуклонного распределения в ядрах [5-7].

Авторы благодарят Арутюняна С.С., Агаджаняна А.А., Петросяна О.П. за помощь при проведении указанных исследований и обработке материала, Егяна К.Ш. за полезные обсуждения и критические замечания.

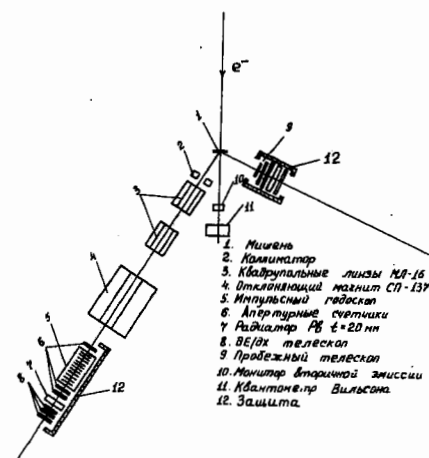


Рис. I Схема экспериментальной установки

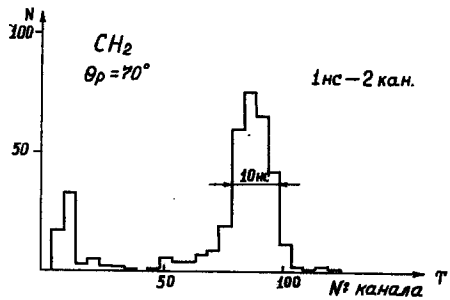
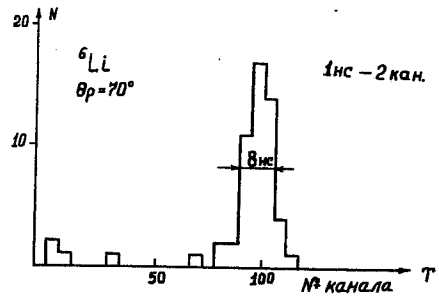


Рис.2 Временной спектр совпадений между каналами электрон-протон

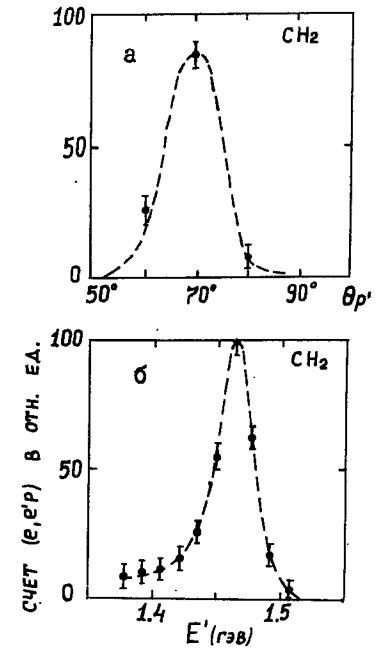


Рис.3 а - Угловая зависимость счета (e, e'p) для мишени CH₂ при $\theta_e = 15,5^\circ$; начальная энергия электронов $E = 1,54$ ГэВ

б - Спектр рассеянных электронов в реакции (e, e'p) для мишени CH₂ при $\theta_e = 15,5^\circ$, $E = 1,54$ ГэВ и $\theta_p = 70^\circ \pm 6^\circ$

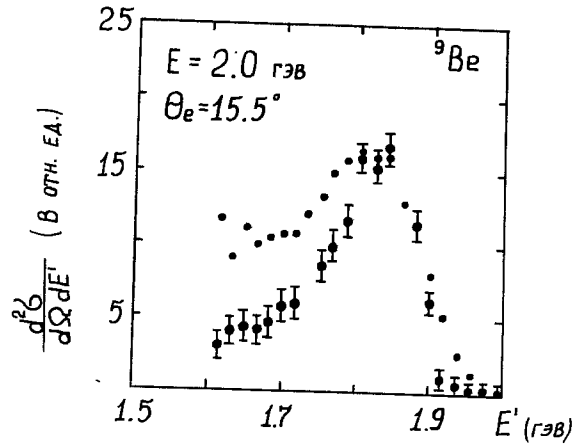


Рис.4 Энергетические спектры рассеянных электронов на ядре ${}^9\text{Be}$ в области квазиупругого пика, суммированные по θ_p ($50^\circ - 110^\circ$)

- - без регистрации протонов
- ◼ - с регистрацией протонов (суммированные по θ_p)

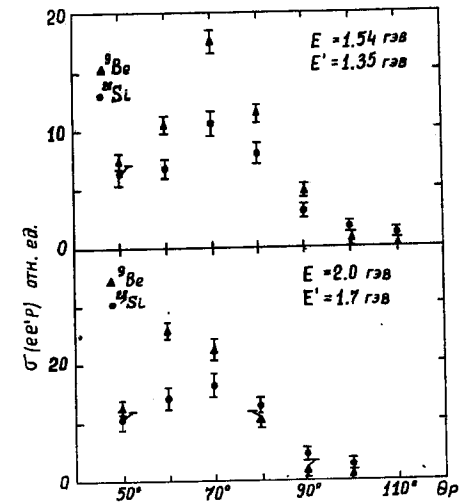


Рис.5 Зависимость выходов реакции $(e,e'p)$ на ядрах ${}^9\text{Be}$ и ${}^{28}\text{Si}$ от угла вылета протонов при энергии 1,54 ГэВ и 2,0 ГэВ и $\theta_e = 15,5^\circ$ в области квазиупругого пика

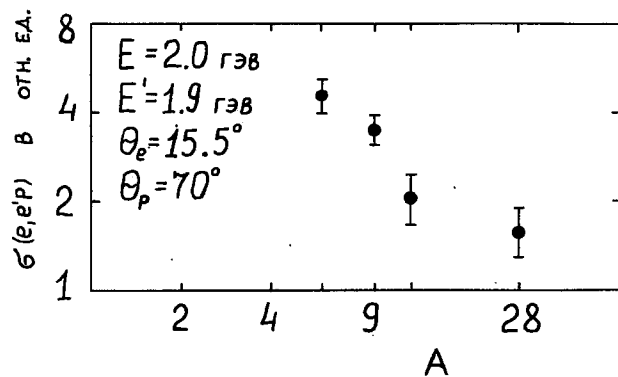


Рис.6 Зависимость нормированного на нуклон сечения от атомного номера для ядер ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$ и ${}^{28}\text{Si}$ в максимуме квазиупругих пиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антупьев Ю.П., Агранович В.Л., Кузьменко В.С. Исследование ядерных реакций $(e, e'p)$. Материалы IX Зимней школы ЛИЯФ, 1974, с.574-617.
2. Березовой В.П. Квантомеханическое описание взаимодействия нуклонов с внешним электромагнитным полем. УФЖ, 1984, т.29 № 2.
3. Berезovoj V.P., Melnik Yu.P., Shebeko A.V. DWIA Calculations of Proton Momentum Distributions in ${}^{12}\text{C}$ and ${}^{16}\text{O}$ $(e, e'p)$ Reactions. Nucl.Phys., 1983 vol.A404, p.443-455.
4. Багдасарян Д.С., Бояхчян Е.М., Казарян Г.Б. и др. Калибровка магнитного спектрометра "Электрон". Препринт БИИ-792(19)-85, Ереван, 1985.
5. Kobberling M., Moritz J., Schmidt K.H. et al. Momentum Distribution of Bound State Protons Derived From Quasi-Free Electron Scattering on ${}^{12}\text{C}$ Nucl.Phys. 1974, vol.A231, p.504.
6. Heimlich F.H., Rossle E. Quasi-Elastic Electron Scattering $(e, e'p)$ and $(e, e'D)$ From ${}^6\text{Li}$ in a Coincidence Experiment Nucl.Phys. 1974, vol.A228, p.478.
7. Bodek A., Ritchie J.L. Fermi-Motion Effects in Deep-Inelastic Lepton Scattering From Nuclear Targets Phys.Rev.D. 1981, vol.D23, p.1070.

8. Маркарян Э.Р. , Мкртчян Г.Г., Трошенкова И.А. Учет радиационных процессов в спектрах квазиупругого рассеяния электронов на ядрах. Препринт ЕФИ-625(15)-83, Ереван, 1983.

Рукопись поступила 31 июля 1985 г.

Д.С.БАГДАСАРЯН, Г.А.ВАРТАПЕТЯН, П.И.ГАЛУМЯН, Г.Б.КАЗАРЯН,
М.Д.КАРИБЯН, Э.Р.МАРКАРЯН, Г.А.МАНУКЯН, Г.Г.МКРТЧЯН

КВАЗИУПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ (e , e') НА ЯДРАХ

^9Be и ^{28}Si

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать 25/Х-85г.	Т-19075	Формат 60x84/16
Офсетная печать. Уч. изд. л. 1,0		Тираж 299 экз. Ц. 15 к
Зак. тип. № 482		Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 26, Маркаряна 2