


Препринт ЕФИ-1080(43)-88

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



Н.А.ДЕМЕХИНА

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА В ОБЛАСТИ НИЗКИХ
ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ

Նախնատիպ ԵՓԻ-1080(43)-88

Ն.Ա. ԻՆՏՅՈՒՆՈՒՄ

ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ՓԻՋՆԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՑԱՆԻՐ

ԵՎ ՄԻՋԱՆԿՅԱԼ ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐՈՒՄ*

Ներկայացված են միջանկյալ էներգիաների տիրույթում միջուկային
փոխազդեցությունների և միջուկային սպեկտրաչափման փորձառական
աշխատանքների արդյունքները:

Երևանի Ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1988

* Զեկուցվել է ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Հ.Հ. Վարդապետյանի ծննդյան
60-ամյակին նվիրված ԵրՓԻ-ի Գիտատեխնիկական խորհրդի նիստում,
1987 թ. մայիսի 26-ին:

©

Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по атомной науке
и технике (ЦНИИатоминформ) 1988 г.

Препринт ЕФИ-1080(43)-88

УДК 539.14:543.42

Н.А. ДЕМЕХИНА

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА В ОБЛАСТИ НИЗКИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ
ЭНЕРГИЙ *

Приведены результаты экспериментальных работ по ядерной спектроскопии и ядерным реакциям в области промежуточных энергий.

Ереванский физический институт

Ереван 1988

* Доклад прочитан на заседании Научно-технического совета Ереванского физического института 26.05.87г, посвященном 60-летию со дня рождения академика АН АрмССР Г.А.Вартапетяна

Preprint YERPHI-1080(43)-88

N.A. DEMEKHINA

NUCLEAR PHYSICS IN THE LOW AND
INTERMEDIATE ENERGY REGION*

The results of experiments on nuclear spectroscopy and reactions in the region of intermediate energies are presented.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1988

* Reported at the Scientific Engineering Council of YERPHI in 26.05.1987 dedicated to the 60th birthday anniversary of H.H. Vartapetian, academician of Arm.SSR Ac. Sci.

Ядерная спектроскопия

В 1959 г. в ЕРФИ была организована под руководством и при непосредственном участии Г.А.Вартапетяна лаборатория ядерной спектроскопии. Первые работы, опубликованные этой лабораторией в 1960 г., явились продолжением научных исследований, начатых Вартапетяном ранее в Радиевом институте в Париже, и в лаборатории Ядерной физики в Орсе. Они касались изучения свойств возбужденных состояний сильно и слабо деформированных нечетных ядер. Опубликованные к тому времени расчеты по модели Бора-Моттельсона-Нильссона (обобщенная модель), модели Давыдова (коллективная неаксиальная модель) и по модели сверхтекучести ядра позволяли провести детальное сравнение с экспериментальными данными; с другой стороны, противоречивые предсказания теории стимулировали интерес к экспериментальным измерениям, с помощью которых можно было бы выбрать наиболее достоверную модель. Проверка и уточнение теории требовало проведения прецизионных измерений вероятностей переходов между отдельными ядерными уровнями, энергетических и спиновых характеристик, угловых

корреляций. Необходимая точность достигалась в измерениях двойных и тройных β - γ и γ - γ совпадений, с применением методики сцинтилляционной спектроскопии и быстродействующих схем совпадений. Ранее Вартапетяном был предложен метод, позволяющий, используя кристаллы NaJ(Tl) в сочетании с оригинальными электронными схемами продвинуться в измерении коротких ядерных времен до уровня 10^{-8} - 10^{-10} с [1]. Разрешающее время схем совпадений составляло от 5 до 30 нс, а применение известного метода Бая для определения коротких времен по смещению центра тяжести кривых мгновенных и задержанных совпадений дало возможность измерить времена жизни возбужденных уровней до $\sim 0,2$ нс. Проведенные таким способом измерения схем распада уровней сильно деформированного ядра ^{181}Ta представили новые данные об энергии переходов и вероятности распада [2]. Большой интерес вызвали измерения излучений E \pm I переходов в области редкоземельных элементов для сильнодеформированных ядер: ^{155}Tb , ^{157}Tb , ^{177}Hf , ^{175}Lu [3].

При сравнении экспериментальных и расчетных данных, полученных по модели Бора, Моттельсона, Нильссона, наблюдались сильные отличия в оценках вероятностей E-переходов на различные ротационные уровни в пределах одного ядра. Объяснение этому факту не было получено и в более поздних расчетах, учитывающих парные корреляции в ядрах. Интерес к этой проблеме побудил проведение большого количества работ как экспериментальных, так и теоретических. Согласие с расчетами было достигнуто позже в модели сверхтекучести, предложенной Мигдалом с учетом взаимодействия квазичастиц [4]. Чрезвычайно актуальным являлся также вопрос

взаимосвязи коллективной одночастичной модели в описании свойств нечетных ядер в области промежуточной деформации. Исследовались ядра ^{131}Cs и ^{133}Cs . Были уточнены схемы распада, определены интенсивности переходов и спиновые характеристики [5-6]. Результаты измерений не согласовались с имеющимися в то время расчетными данными, противоречия были сняты позже в работе [9], автор которой учел парные взаимодействия между нуклонами и фотонами коллективных вибраций. Необходимо отметить, что данные, полученные в лаборатории Вартапетяна, подтверждались впоследствии измерениями других лабораторий и вошли в мировой фонд экспериментальных ядерных данных [10].

Ядерные реакции в области промежуточных энергий

С начала шестидесятых годов лаборатория переходит к разработке и созданию установок для проведения экспериментов по изучению процессов фоторождения и электророждения мезонов на нуклонах и ядрах.

I. Непосредственно к исследованию структуры ядра относились полученные в реакциях некогерентного фоторождения заряженных мезонов на ядрах сведения о параметрах нейтронного распределения. Анализ отношения дифференциальных сечений

$$\frac{d\sigma}{dt}(\gamma A \rightarrow \pi^- A')/N / \frac{d\sigma}{dt}(\gamma A \rightarrow \pi^+ A')/Z = \frac{Z}{N} \cdot \frac{N_{\text{эфф}}}{Z_{\text{эфф}}} \cdot \frac{\frac{d\sigma}{dt}(\gamma n \rightarrow \pi^- p)}{\frac{d\sigma}{dt}(\gamma p \rightarrow \pi^+ n)}$$

позволяет получить сведения об изменении числа эффективных нуклонов для исследуемых ядер, Be, C, Al, Si, Fe. Обсуждение

данных, полученных в реакциях фоторождения π^{\pm} -мезонов совместно с ранее известными результатами по рассеянию К и р на ядрах, показало, что параметры распределения, полученные в разных экспериментах, не противоречат, если учитывать характер первичного взаимодействия с ядерной материей. В рамках формулы Вудса-Саксона были получены следующие параметры: для Ве, С, Ас и Си $R_n = R_p$, $\alpha_n = \alpha_p$, где R - радиус половинной плотности, α - фактор диффузности; расчеты, проведенные для Рв, дали оценочные значения $R_n = 6,18\varphi$, $\alpha_n = 0,78\varphi$.

2. В 1975 г. в лаборатории были опубликованы впервые полученные данные по инклюзивным спектрам протонов и π^{\pm} -мезонов, измененным в реакциях фоторождения на ядрах С, Ас, Си, Ас, Рв при энергии $E_{\gamma} = 4,26$ ГэВ. Область регистрируемых импульсов составила $P_{||} = 0,9-2,4$ ГэВ/с, $P_{\perp} = 0,3-0,7$ ГэВ/с. Измерения проводились на магнитном спектрометре с использованием телескопа пластических сцинтилляторов и газового черенковского счетчика для отделения мезонов от протонов. Результаты измерений показали, что в случае протонов, вылетающих при сравнительно малых углах, отношение инвариантного сечения инклюзивного рождения к полному сечению фотопоглощения на ядрах не зависит от атомного номера мишени, а отношение сечений фоторождения π^+ и π^- -мезонов на ядрах является величиной того же порядка, что для инклюзивных реакций на протонах [12]. Такого типа данные представляют интерес для понимания природы взаимодействия фотонов высоких энергий с ядрами, свойств ядерного скейлинга, кластеризации в ядре и т.д.

3. Большой опыт, приобретенный сотрудниками лаборатории в исследовании характеристик ядерных уровней, способствовал развитию методики активационного анализа, нашедший впоследствии применение в изучении реакций фотодезинтеграции ядер на ускорителе ЕрФИ. В течение 1969-1966 гг. были изучены и систематизированы выходы реакций расщепления в широкой и массовой области мишеней $A = 27-III$ (в том числе на ядрах Ne , Si , S , K , Cu , V , Mn , Nb , Aq) под действием фотонов тормозного спектра, а также квазимонохроматических фотонных пучков. Анализ сечений реакций фоторасщепления показал характерную картину резонансного фотопоглощения на нуклонах ядра [13]. Исследование зарядовых и массовых распределений позволило выделить общие характеристики, присущие процессу зарядовых распределений продуктов реакции расщепления: независимость от сорта и энергии налетающих частиц, а также конкретные свойства, в которых проявляется характер первичного взаимодействия [14].

В настоящее время проводится, а также планируется ряд экспериментов по изучению импульсной и спиновой структуры малонуклонных ядер. Современные теоретические расчеты позволяют обеспечить высокую точность вычисления волновых функций простейших ядер и провести детальное сравнение с экспериментом.

Дальнейшее развитие в области ядерной физики промежуточных и высоких энергий включает изучение структуры ядер на малых расстояниях, изменения структуры нуклонов в ядерной среде, определение области перехода мезонных и изобарных токов в кварковые токи. Решение этих проблем предполагает развитие новых методов

исследования, связанных с комплексными поляризационными экспериментами, корреляционными измерениями между различными продуктами реакций, исследованием многочастичных мод распада резонансных и экзотических состояний, с использованием меченых поляризованных фотонных и электронных пучков [15] .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вартапетян Г.А. Вклад в изучение вероятности γ -переходов методом задержанных совпадений. Применение к переходам $M1$ и $E1$. *Annales de Physique* 1958, т.3, с.569.
2. Вартапетян Г.А., Худавердян А.Г., Петросян З. Измерение времени жизни уровня $6I9$ кэВ в Ta^{181} . *Nucl.Phys.* 1963, т.43, с.492.
3. Вартапетян Г.А., Петросян З., Худавердян А.Г. О запрещенных переходах $E1$ в ^{159}Tb и ^{173}Yb . *ЖЭТФ*, 1961, т.41, с.1704.
4. Бирбраир Б.Л. и др. *ЯФ*, 1966, т.3, с.406
5. Вартапетян Г.А., Гарибян Г.А., Худавердян А.Г. Коллективные эффекты в ядре ^{131}Cs . *ЖЭТФ*, 1964, т.45, с.1720.
6. Вартапетян Г.А., Гарибян Г.А., Демёхина Н.А. О свойствах уровней и излучений нечетных ядер ^{131}Cs , ^{133}Cs . *Изв.АН Арм ССР*, 1964, т.28, с.1657.
7. Вартапетян Г.А., Худавердян А.Г. γ - γ угловая корреляция в ядре ^{131}Cs . *Изв.АН Арм ССР*, 1965, т.18, с.94.
8. Вартапетян Г.А., Гарибян Г.А., Худавердян А.Г. Парные и квадрупольные силы в ядрах ^{131}Cs и ^{133}Cs . *Труды Международного конгресса ядерной физики. Париж, 1964, т.11, с.520.*
9. Sorensen P.A. *Phys.Rev.* B, 1964, vol.133, p.881.
10. Гамма-лучи. Изд.АН СССР М-Л, 1961. Альфа-бета и гамма-спектроскопия/Под ред.Зигбана К. Нью-Йорк, 1965.
11. Аганьянц А.О., Вартапетян Г.А. О распределении нейтронов

- в тяжелых ядрах. Препринт ВФИ-135(75)-75, Ереван 1975.
12. Абрамян Л.О., Аганьянц А.О., Вартапетян Г.А. и др. Инклюзивное фоторождение протонов и Λ^+ -мезонов на ядрах при энергии $E_\gamma = 4,28$ ГэВ. ЯФ, 1976, т.23, вып.4, с.749.
13. Авакян А.Р., Вартапетян Г.А., Григорян Е.О. Фоторасщепление легких ядер когерентным и некогерентным тормозным излучением от электронов высоких энергий. ЯФ, 1986, т.44, с.298.
14. Григорян Е.О., Вартапетян Г.А., Данагулян А.С. Зарядовое распределение остаточных ядер при фоторасщеплении ^{93}Nb ЯФ, 1986, т.34, с.269.
15. Вартапетян Г.А. Доклад на пленуме Совета по ускорителям АН СССР, Нор-Амберд, июнь, 1985.

Рукопись поступила 12 октября 1987 г.

Н.А.ДЕМЕХИНА

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА В ОБЛАСТИ НИЗКИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ

Редактор Л.П.Мукаян.

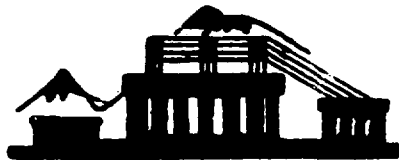
Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать 20/УП-88г. ВФ-03168 Формат 60x84/16
Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,5 Тираж 299 экз. Ц. 7 к.
Зак.тип.№ 363 Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркаряна 2

The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Markaryan St., 2
Yerevan, 375036
Armenia, USSR

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ