объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

2730/82

7/6-82

P15-82-173

М.Г.Горнов, К.О.Оганесян, В.А.Печкуров,
А.П.Пичугин, С.Ю.Пороховой, Ф.М.Сергеев

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ПИОНОВ АТОМНЫМИ ЯДРАМИ С ПОМОЩЬЮ МНОГОСЛОЙНОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СПЕКТРОМЕТРА

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1982

1

Хорошо известно, что с процессом поглощения пионов атомными ядрами связывались большие надежды. Предполагалось, что он окажется эффективным инструментом исследования ядра, позволяющим извлекать информацию, недоступную для других методов. Тот факт, что внутри ядра в поглощении пиона должны принимать участие несколько нуклонов /как минимум, два/, а также большая величина относительного импульса конечных нуклонов, в принципе, дают возможность изучать внутриядерные нуклонные корреляции на малых расстояниях. Для двухнуклонного поглощения масштаб исследуемых расстояний $\hbar/p_{отн} \approx$ 0,5 ферми. Существенным оказывается также то, что поглощение пионов позволяет исследовать высокоимпульсную часть волновой функции ядра. Многолетняя история исследований в этой области пока что лишь в малой степени оправдала ожидания. Главная причина этого заключается в крайней сложности извлечения сведений о механизме поглощения, который должен быть с определенностью известен прежде, чем мы обратимся к вопросу ядерной структуры. Поскольку последний, в свою очередь, тесно связан с механизмом поглощения, то положение осложняется еще более. Вопросы, связанные с поглощением пионов ядрами, хорошо описаны в обзорах /1,2/ и в книге /3/.

В настоящее время с экспериментальной точки зрения, на наш взгляд, можно назвать очень немного значительных результатов, полученных в этой области и не зависящих от интерпретации. Прежде всего, это самый старый по времени факт наблюдения существования достаточно острых угловых корреляций быстрых вторичных ядерных частиц. С уменьшением их множественности угловые корреляции усиливаются. Этот факт является веским качественным свидетельством в пользу существенно ограниченного количества внутриядерных нуклонов, принимающих на себя полную энергию пиона. Наличие резких угловых корреляций пар одноименных нуклонов (nn) и (pp) соответственно в реакциях поглощения отрицательных и положительных пионов воспринимается как доказательство механизма поглощения квазидейтронной парой нуклонов в ядре. Следующим результатом, который необходимо отметить, является наблюдение быстрых конечных нуклонов с энергией,близкой к полной энергии, вносимой пионом в ядро, - так называемого "однонуклонного" механизма, подтверждающего принципиальную возможность исследования высокоимпульсной части нуклонной вол-

Объединенный институт ядерных исследований БИБЛИОТЕКА

новой функции в ядре. И, наконец, в последнее время в экспериментах на совпадение двух быстрых вторичных частиц /особенно подробно исследованы нейтроны в реакции поглощения остановившихся отрицательных пионов/ наблюдена структура суммарных энергетических спектров, соответствующая энергетическим уровням остаточного ядра [4,5]. Последний результат обязан своим появлением существенному улучшению методики и, прежде всего, значительному повышению энергетического разрешения. Аккуратно оценивая ситуацию в настоящее время, видимо, с определенностью можно сказать лишь то, что двухнуклонный механизм поглощения пионов ядрами существует и вероятность его значительна. Вся же проблема в целом по-прежнему требует тщательного экспериментального /и теоретического/ изучения.

В связи с развитием методики и прежде всего введением в строй сильноточных ускорителей - "мезонных фабрик" интерес к изучению поглощения пионов сложными ядрами снова значительно возрос. При этом подход к экспериментальному решению задачи осуществляется на более высоком уровне.

Задача исследования поглощения пионов включает в себя определение: 1/ волновой функции исходного ядра, 2/ механизма поглощения пиона, включая эффекты перерассеяния, величину поглощающего нуклонного комплекса и его квантовые числа, 3/ взаимодействия нуклонов в конечном состоянии и с ядром-остатком, 4/ состояния конечного ядра. Первый пункт не является специфическим для проблемы поглощения пиона ядром и, в принципе, может быть введен извне. Остальные пункты настолько тесно взаимосвязаны, что извлечение сведений о них - непростая задача. При определенных условиях задача нахождения состояний конечного ядра /пункт 4/ может быть решена экспериментально. Очень важно то, что в таком случае по идентифицированному состоянию конечного ядра, в частности, можно определить квантовые числа поглощающего нуклонного комплекса. Основное при этом условие - высокое энергетическое разрешение. Для выяснения вопроса о количестве поглощающих нуклонов и взаимодействии в конечном состоянии необходимо изучать характеристики /в т.ч. корреляции/ вторичных частиц, состоящих из нескольких нуклонов (d, t, α ...). Таким образом, для решения обсуждаемой задачи надо использовать установки с высокими спектрометрическими свойствами в широком диапазоне энергий, позволяющие проводить корреляционные измерения и идентифицировать продукты реакции. Экспериментальное изучение проблемы поглощения в такой постановке для заряженных частиц находится на самом начальном этапе. Поставленным условием в значительной мере удовлетворяет система многослойных полупроводниковых спектрометров МИФИ-ОИЯИ [6,7].

Выше отмечалось, что надежды использовать реакции поглощения пиона в качестве средства исследования ядер пока не оправдались,

и их реализацию в полной мере можно считать отложенной на какое-то время. Однако уже сейчас можно указать области, где такой подход является оправданным. Это поиски и исследование новых легких ядер и нуклонных резонансов, а также некоторые "экзотические" вопросы ядерной структуры, которые можно условно объединить термином "пионные степени свободы" в ядрах. Эти вопросы могут решаться одновременно с основной задачей, изложенной выше, на той же самой экспериментальной аппаратуре.

Основной частью рассматриваемой программы является экспериментальное исследование механизма поглощения пиона, а также выяснение роли перерассеяний и вторичных взаимодействий. Простейший вариант модели поглощения парой нуклонов предложен давно [8]. Однако его действительная роль и соотношение с другими возможными моделями до сих пор не установлены. Суммируя накопленные экспериментальные результаты, двухнуклонным поглощением удается объяснить только половину случаев поглощения пионов на лету и при остановке. Фактом, который трудно согласовать с двухнуклонной моделью, является наблюдение высокоэнергичной части /$E \geq 30$ МэВ/ инклюзивных спектров частиц тяжелее протона /d, t, ^3He, ^4He/, образующихся при захвате отрицательного пиона в покое. В принципе, подходящим кандидатом для объяснения мог бы быть α-частичный механизм [9], но при этом необходимо учитывать то обстоятельство, что спектр быстрых дейтронов более жесткий, чем спектр тритонов. Присутствие ^3He указывает на необходимость рассматривать и другие варианты захвата, например системой $^4Li_3$, или привлекать для объяснения реакции подхвата. Наблюдаемые резкие корреляции в углах разлета нейтронов и тритонов [2] могут восприниматься как аргумент в пользу α-частичного механизма, однако столь же острые корреляции наблюдены для "прямых" n и d, что с точки зрения этого механизма трудно понять. Расчеты по α-частичной модели даже без учета вторичных взаимодействий дают значительно более широкое угловое распределение, нежели экспериментальное. Следует отметить, что вообще даже для двух конечных нуклонов рассчитанные распределения по углам разлета в подавляющем большинстве случаев /а с учетом конечных взаимодействий - всегда/ оказываются шире экспериментальных. Это может указывать на ослабление взаимодействия в конечном состоянии. В последнее время появились первые данные об угловых корреляциях пар заряженных частиц /p, d, t, α/, возникающих при захвате отрицательных пионов. Во всех случаях максимум распределения по углу разлета близок к 180° [10]. Если корреляцию двух дейтронов можно принять за доказательство двухнуклонного механизма с последующим подхватом [2], то в других случаях ситуация остается запутанной. Даже для такого легкого ядра, как ^3He, двухнуклонный захват не является преобладающим. В работе [11] наблюдался боль-

шой /~30%/ вклад nd -совпадений при угле разлета 180°. В остальных случаях неожиданно приходится предполагать большую роль взаимодействий в конечном состоянии. Таким образом, поглощение пиона ядром, действительно, снабжает нас неожиданной информацией о ядре, которую, однако, еще предстоит расшифровать.

Необходимым шагом в решении проблемы должно быть прецизионное измерение энергии вторичных заряженных частиц в экспериментах на совпадения. Выделение состояний конечного ядра поможет продвинуться в оценке роли вторичных взаимодействий и, кроме этого, поможет в решении такого принципиального вопроса, как определение квантовых чисел поглощающего нуклонного комплекса.

2

Обнаружение и исследование новых ядер является одним из главных элементов экспериментального фундамента для построения "окончательной" теории ядра. Одновременно это решающая проверка существующих теоретических представлений. Особый интерес вызывают ядра, расположенные вблизи границы долины стабильности, имеющие существенный избыток протонов или нейтронов. Причем интересны не только стабильные ядра, но и нестабильные, которые следует отнести к категории резонансов. Важно исследовать переходную область, установить границу стабильности, энергетические уровни нуклонных резонансов и изучить их движение при смещении относительно долины стабильности. Поглощение пионов ядрами предоставляет в этом отношении очень хорошие возможности. Пион меняет заряд ядра и вызывает огромное /в масштабе ядерных уровней/ энерговыделение, приводящее к выбрасыванию из ядра нескольких нуклонов. В результате конечное ядро может остаться в некотором экстремальном состоянии по соотношению протонов и нейтронов, которое идентифицируется, например, по гамма-излучению. Экспериментальные исследования в этом направлении уже проводятся, хотя в отношении к задаче исследования новых ядер им недостает целенаправленности. Принципиальное значение для физики ядра имеет экспериментальное исследование легких ядер начала таблицы элементов. Дело в том, что на современном теоретическом уровне по известным легким изотопам невозможно без неопределенности предсказать точное количество возможных стабильных ядер. К фундаментальным проблемам здесь следует отнести вопрос существования чисто нейтронных или чисто протонных ядер, а также тяжелых изотопов водорода с $A \geq 4$. Вообще вопрос о том, как много нейтронов может удержать данное количество протонов, является весьма критическим тестом проверки моделей ядерной структуры.

Представляется, что поглощение пионов легкими ядрами может оказаться эффективным средством исследования в этой области. Надежды основаны на том, что небольшое число нуклонов в поглощающем ядре облегчает возможность измерения полной кинематики реакции даже в эксперименте на совпадения невысокой кратности. Для многих задач вполне достаточно двойных совпадений. Даже в этом случае, если регистрировать в "плечах" установки одно- и двукратно заряженные частицы / p , d , t , α/, можно получить избыток нейтронов до 5 при захвате отрицательного пиона.

Укажем некоторые возможные задачи.

Тринейтрон. Теоретические предсказания относительно существования стабильного ядра $^3n_0$ противоречивы и существенно зависят от вида выбранного потенциала взаимодействия. Расчеты на основе уравнений Фаддеева с центральным сепарабельным потенциалом [12] показали наличие связанного состояния системы из трех нейтронов. Вариационные расчеты и расчеты по методу Фаддеева с иным видом потенциала взаимодействия [13,14] дают отрицательный результат. Экспериментальная ситуация также неопределенная. Так, в пользу существования слабосвязанного $^3n_0$ - состояния был интерпретирован результат реакции двойной перезарядки пионов на $^3He_2$ $\pi^- + {}^3He \to \pi^+ + 3n$ [15], однако возможно более простое объяснение с привлечением взаимодействий нейтронов в конечном состоянии [11].

Тетранейтрон. Известными аргументами в пользу отсутствия связанного состояния $^4n_0$ являются нуклонная стабильность $^8He_2$, дающая верхнюю границу энергии связи тетранейтрона 3,1 МэВ, а также положительное значение энергии реакции $^5H_1 \to {}^3H_1 + 2n$. Теоретические экстраполяции также приводят к выводу об отсутствии связанного тетранейтрона. Экспериментальные результаты противоречивы. Существование стабильного состояния было показано при облучении вольфрама протонами с энергией 24 ГэВ [16]. Однако в последующих экспериментах, поставленных специально для обнаружения тетранейтрона, этот результат не подтвердился [17,18]. В обеих этих работах применявшаяся методика не позволяла наблюдать нестабильные состояния.

Нейтронные ядра с $A > 4$. Поиски таких ядер привлекают все большее внимание экспериментаторов, особенно в связи с возможностью использовать мезонные фабрики. В настоящее время известны две экспериментальные работы, в которых сделаны заявки на наблюдение связанных $^6n_0$, $^8n_0$ и $^{10}n_0$, но величины сечений, полученные в работах, расходятся на величину от одного до семи порядков. Оценка времени жизни полинейтронных систем, полученная исходя из геометрических условий эксперимента, составляет 10^{-9} с [17,19].

Тяжелые изотопы водорода $^4H_1$. Теоретические экстраполяции показывают, что существование стабильного изотопа маловероятно [20]. Экспериментальные поиски связанного состояния дали отрицательный результат. Так, в недавней работе [21] методом ядерной фотоэмульсии исследовались двухчастичные конечные состояния, образующиеся при захвате отрицательного пиона $^7Li_3$:

$$\pi^- + {}^7Li_3 \to {}^4H_1 + {}^3H_1 \; ; \quad {}^5H_1 + {}^2H_1 \; ; \; {}^6H_1 + {}^1H_1 \, .$$

В эксперименте не наблюдалось пробежных корреляций, соответствующих вылету стабильных ядер $^6H_1$; $^5H_1$; $^4H_1$. Резонансные состояния системы наблюдались в нескольких работах, однако интерпретация результатов неоднозначна, в ряде случаев экспериментальный материал содержит большой имитационный фон [14]. Наиболее убедительное свидетельство в пользу резонансного состояния $^4H_1$ получено в работе [22]. Методом совпадений выделялась реакция $\pi^- + {}^7Li_3 \to {}^3H_1 + {}^4H_1$ с последующим мгновенным развалом $^4H_1 \to {}^3H_1 + n$. В эксперименте проводилась идентификация протонов, дейтронов и тритонов по измеренным энергетическим потерям и величине полной кинетической энергии. В спектре конечных тритонов обнаружена резонансная структура, отвечающая $^4H_1$ -резонансу с энергией на /8±3/ МэВ выше полной энергии несвязанной тритоннейтронной системы. Ширина резонанса $\Gamma < 4$ МэВ, вероятность образования $\sim 10^{-4}$.

Из более тяжелых изотопов водорода особый интерес представляет $^7H_1$. Попытки обнаружить это ядро до настоящего времени не предпринимались. В основном это определялось неблагоприятными предсказаниями. Исходя из того, что $^5H_1$ нестабилен, а также из систематики последовательного уменьшения энергии связи пар избыточных нейтронов у известных изотопов, обогащенных нейтронами, делался вывод о нуклонной нестабильности $^7H_1$. Однако, так как ядро $^8He_2$ оказалось связанным сильнее, чем $^6He_2$, вновь возник вопрос о нуклонной стабильности $^7H_1$ [23]. Ситуация может быть разрешена окончательно только экспериментальным путем.

Из других возможных задач можно назвать исследование нестабильных "дырок" в долине стабильности, к которым относятся, в частности, $^5He_2$, $^7He_2$, $^9He_2$; $^{10}He_2$.

Некоторые задачи по исследованию легких экзотических ядер в реакциях поглощения отрицательных пионов с регистрацией двух заряженных частиц в конечном состоянии в условной форме представлены в таблице.

Таблица

Z – возможные остаточные ядра в реакции $A(\pi^-; xy)Z$

Регистрируемые продукты реакции (xy)	Ядро – мишень A							
	$^6Li_3$	$^7Li_3$	$^9Be_4$	$^{10}B_5$	$^{11}B_5$	$^{12}C_6$	$^{13}C_6$	$^{14}N_7$
$\alpha\alpha$				$^2n_0$	$^3n_0$	$^4H_1$	$^5H_1$	$^6He_2$
αT			$^2n_0$	$^3H_1$	$^4H_1$	$^5He_2$	$^6He_2$	$^7Li_3$
αd			$^3n_0$	$^4H_1$	$^5H_1$	$^6He_2$	$^7He_2$	$^8Li_3$
αp			$^4n_0$	$^5H_1$	$^6H_1$	$^7He_2$	$^8He_2$	$^9Li_3$
TT		$^1n_0$	$^3H_1$	$^4He_2$	$^5He_2$	$^6Li_3$	$^7Li_3$	$^8Be_4$
Td	$^1n_0$	$^2n_0$	$^4H_1$	$^5He_2$	$^6He_2$	$^7Li_3$	$^8Li_3$	$^9Be_4$
Tp	$^2n_0$	$^3n_0$	$^5H_1$	$^6He_2$	$^7He_2$	$^8Li_3$	$^9Li_3$	$^{10}Be_4$
dd	$^2n_0$	$^3n_0$	$^5H_1$	$^6He_2$	$^7He_2$	$^8Li_3$	$^9Li_3$	$^{10}Be_4$
dp	$^3n_0$	$^4n_0$	$^6H_1$	$^7He_2$	$^8He_2$	$^9Li_3$	$^{10}Li_3$	$^{11}Be_4$
pp	$^4n_0$	$^5n_0$	$^7H_1$	$^8He_2$	$^9He_2$	$^{10}Li_3$	$^{11}Li_3$	$^{12}Be_4$

3

Остановимся на некоторых вопросах, связанных с общей проблемой наличия и поведения пионов в ядре. Особенности распространения пиона в ядерном веществе, а также особенности элементарного πN-взаимодействия в ядре, в принципе, могут проявиться в таких наблюдаемых эффектах, как появление связанных состояний реальных пионов в ядрах и неоднородности нуклонной и спиновой плотностей /предкритическое состояние или пионный конденсат в предельном случае/. Поглощение пионов ядрами принадлежит к числу явлений, чувствительных к таким эффектам, и, кроме того, позволяет прослеживать поведение виртуальных пионов в ядре.

Т.Эриксон отметил [24], что широко используемый при анализе π-мезоатомов градиентный притягивающий потенциал типа потенциала Кисслингера в случае тяжелых ядер или ядер с очень высокой плотностью в центре /кандидатами могут быть радиоактивный ^{32}Na, свинец ^{208}Pb, с некоторыми оговорками-ядро ^{28}Si/ может приводить к связанным пион-ядерным состояниям. Такие состояния могли бы проявиться в энергетическом спектре вторичных частиц при захвате отрицательных пионов ядрами. Для повышения чувствительности метода следует стремиться измерять полную кинематику реакции, и с этой точки зрения привлекательны эксперименты

с регистрацией совпадений коррелированных по углам частиц и с малым импульсом, переданным остаточному ядру. Первоначальные предсказания были пессимистичны ввиду громадной ширины уровней, обусловленной сильным поглощением пионов (Г/В ~10-20 при В = /0,5-40/ МэВ), однако последующий анализ[17] показал, что при определенной модификации потенциала, в частности введении нелокальности, плотность уровней выше ~15 МэВ существенно убывает и появляется надежда на их экспериментальное наблюдение. Авторы[25] приводят также следующий аргумент в пользу экспериментальных попыток обнаружить связанные состояния. Поскольку пока мало что известно относительно "правильного" микроскопического описания процесса поглощения пиона в ядре, нельзя исключить то, что существует специфический механизм с селективными свойствами. В этом случае ширины связанных состояний могут оказаться значительно меньше, чем рассчитанные. Примером может служить ситуация с системой $p\bar{p}$, где есть сильный аннигиляционный канал и, несмотря на это, экспериментальная ширина связанных состояний оказывается на один-два порядка меньше, чем дают потенциальные расчеты.

При достаточном энергетическом разрешении задачу можно решать, спектрометрируя только заряженные продукты поглощения пиона ядром или нейтроны. В условиях интенсивных пучков мезонных фабрик отбор можно усилить вводя дополнительное плечо для регистрации и спектрометрии жесткого γ-кванта прямого перехода пиона с мезоатомной орбиты в связанное ядерное состояние.

Проявляющийся в настоящее время большой интерес к изучению взаимодействия пионов низких энергий с ядрами объясняется следующим. Эти взаимодействия позволяют исследовать, во-первых, особенности распространения пиона в ядерной материи и ее влияния на величину пион-нуклонной амплитуды рассеяния; во-вторых, пионные степени свободы ядра, включая соответствующие ядерные возбуждения /пионный конденсат/, а также проблему мезонных обменных токов, занимающую главное место в мезоядерной физике низких и промежуточных энергий. Представляется, что поглощение отрицательных пионов ядрами может внести определенный вклад в решение таких вопросов. Поведение пиона в ядре непосредственно влияет на потенциал пион-ядерного взаимодействия, параметры которого извлекаются из π-мезоатомных данных и данных по рассеянию. Однако возможны более прямые наблюдения. В работе[26] обращается внимание на то, что при очень низких энергиях пиона изоскалярный член оптического потенциала становится очень малым из-за взаимной компенсации его составляющих. При этом заметную роль начинает играть виртуальная перезарядка $\pi^- \to \pi^0 \to \pi^-$ /флуктуационное рассеяние второго порядка/. Прямолинейная "очевидная" оценка дает для величины вероятности появления в ядре π^0-мезона примерно 1/2. Согласно[26] вероятность 0,2, учитывающая влияние ядерной энергии возбуждения, более реалистична. Поскольку характерное время поглощения пиона в ядерном веществе $\sim 10^{-22}$ с, а энергия ядерной связи практически не влияет на время жизни π^0-мезона в ядре /10^{-16}с/, то поглощение нейтрального пиона является подавляющим каналом. При этом суммарная энергия прямых продуктов захвата будет отражать энергию возбуждения ядра, а суммарный импульс - соответственно мгновенный импульс пиона. Отмеченный процесс должен изменить соотношения различных прямых конечных состояний по сравнению, например, с наблюдаемым при привычном захвате отрицательного пиона парой нуклонов. Так, должен появиться канал с вылетом двух быстрых коррелированных протонов /прямых/, в обычной картине двухнуклонного захвата невозможный. Это может быть замечено по отклонениям от расчетов по каскадной модели. Резкая корреляция двух протонов при захвате отрицательного пиона ядрами наблюдалась, в частности, в старой работе[27] Если воспользоваться ее результатами, то можно получить оценку вероятности событий с двумя протонами с энергией $\gtrsim$30 МэВ на уровне 10^{-2}. Следует заметить, что для легких ядер /до ^{40}Ca / возможна только виртуальная одинарная перезарядка. При этом может оказаться заметным вклад двойной перезарядки на коррелированных нуклонных комплексах. Это обстоятельство можно попытаться обнаружить по соотношению одно- и двухпротонных прямых событий.

В настоящее время сложилось мнение, что, по-видимому, плотность существующих ядер недостаточна для развития пионного конденсата, предсказанного Мигдалом[28]. Этот вывод основан на отрицательных экспериментальных результатах. Что касается захвата пионов ядрами, то в этом случае не подтвердилось предсказываемое в этой модели усиление вероятности однонуклонного поглощения. Однако можно сделать новые экспериментальные попытки, используя уникальные возможности мезонных фабрик и более сложную постановку эксперимента. Возникающее при определенной плотности ядра усиление пионного поля приводит к модуляции нуклонной и спиновой плотностей для критического импульса $k_0 \approx (1 \div 2) f^{-1}$, отвечающего возникновению конденсата. Эта модуляция в достаточно тяжелых ядрах создает структуру плоских слоев с амплитудой, пропорциональной соответственно $\cos 2k_0 z$ для плотности вещества и $\cos k_0 z$ для плотности спина. Эти структурные неоднородности в принципе могут быть замечены в процессах с передачей импульса $|\vec{q}| \sim k_0$. Сам поглощающийся пион не может обеспечить таких передач, однако при его поглощении внутри ядра возникают быстрые нуклоны, для которых необходимые величины передаваемого импульса уже возможны. Структура спиновой плотности /если конденсат есть/ должна проявиться при захвате пионов поляризованными ядрами. Видимо, более удобны для таких

экспериментов несферические ядра, ориентация спина которых приводит к ориентации квадрупольного момента /пример ^{165}Ho /[28]/. Поскольку направление слоев перпендикулярно направлению вытянутости ядра, в этом случае их положение в пространстве определено. Получается своего рода ядерный аналог поляризатора Раби, воздействие которого на прямые нуклоны от пионного захвата должно привести к усилению их рассеяния при переданном импульсе $q \sim 2m_\pi c \approx 1{,}4$ Фм$^{-1}$. В условиях хорошей геометрии эксперимента эффект должен проявиться в виде ослабления высокоэнергетической части спектра вторичных нуклонов и может быть, в принципе, замечен по разности спектров при проведении измерений вдоль и поперек поляризации. Должна наблюдаться также поляризация нуклонов при измерениях поперек спина ядра-мишени. Эффект ослабления высокоэнергетической части спектра нуклонов должен сохраниться даже в том случае, если конденсация не наступила и ядро находится в предкритическом состоянии /"критическая опалесценция"/[29]/. В заключение можно заметить, что вне зависимости от проблемы пионного конденсата эксперименты с поглощением пионов поляризованными ядрами представляются весьма интересными.

Авторы благодарят Р.А.Эрамжяна за обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копалейшвили Т.И. ЭЧАЯ, 1971, т.2, вып.2, с.439.
2. Hüfner J. Phys.Rep., 1975, C21, p.1-79.
3. Балашов В.В., Коренман Г.Я., Эрамжян Р.А. Поглощение мезонов атомными ядрами. Атомиздат, М., 1978.
4. Bassaleck B. et al. Phys.Rev., 1977, C16, p.1526; Bassaleck B. et al. Phys.Rev., 1979, C19, p.1839.
5. Arthur E.D. et al. Phys.Rev., 1975, C11, p.332.
6. Акимов Ю.К. и др. ПТЭ, 1980, 1, с.69.
7. Горнов М.Г. и др. ПТЭ, 1981, 2, с.42.
8. Brueckner K.A. et al. Phys.Rev., 1951, 84, p.258.
9. Колыбасов В.М. ЯФ, 1966, т.3, с.729.
10. Walter H.K. et al. Helv.Phys.Acta, 1977, 50, p.561.
11. Backenstoss B. et al. In: Proc. 8 Int. Conf. Few Body Syst. and Nucl. Forces, Graz, Austria, Aug. 1978.
12. Mitra A.N., Bhasin V.S. Phys.Rev.Lett., 1966, 16, p.523.
13. Zim T.K., Duffy K. Phys.Rev., 1979, C19, p.2063.
14. Offerman R., Glöckle W. Nucl.Phys., 1979, A318, p.138.
15. Sperinde I. et al. Phys.Lett., 1970, 32B, p.185.
16. Detraz C. Phys.Lett., 1977, 66B, p.333.
17. Chultem D. et al. Nucl.Phys., 1979, A316, p.290.
18. De Boer F.W.H. et al. Nucl.Phys., 1980, A350, p.149.

19. Turkevich A. et al. Phys.Lett., 1977, 72B, p.163; Phys. Rev.Lett., 1977, 38, p.1129.
20. Базь А.И., Гольданский В.И., Зельдович Я.Б. УФН, 1965, 85, с.445.
21. Батусов Ю.А. и др. ОИЯИ, 1-80-766, Дубна, 1980.
22. Meyer T.C. Nucl.Phys., 1979, A324, p.335.
23. Гольдберг В.З. УФН, 1980, 131, с.68.
24. Ericson T.E.O., Myhrer F. Phys.Lett., 1978, 74B, p.163.
25. Mandelzweig V.B. et al. Ann. of Phys., 1980, 124, p.124.
26. Ericson T.E.O., Wilkin C. Phys.Lett., 1975, 57B, p.345.
27. Демидов В.С. и др. ЖЭТФ, 1962, 42, с.1687; ЖЭТФ, 1963, 44, с.1144.
28. Мигдал А.Б. Фермионы и бозоны в сильных полях "Наука", М., 1978.
29. Ericson M., Delorme J. Phys.Lett., 1978, 76B, p.182.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 марта 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Горнов М.Г. и др. Исследование поглощения пионов атомными ядрами с помощью многослойного полупроводникового спектрометра Р15-82-173

Система многослойных полупроводниковых спектрометров, разработанных ОИЯИ-МИФИ [6,7], позволяет провести на новом уровне по энергетическому разрешению экспериментальные исследования, связанные с поглощением остановившихся отрицательных пионов атомными ядрами. Рассматривается ситуация, существующая в экспериментальной и теоретической физике и конкретные физические задачи, в которых поглощение пиона может быть использовано в качестве средства для исследования ядра. Это поиски и исследование новых легких ядер и нуклонных резонансов, в том числе чисто нейтронных и чисто протонных, а также легких экзотических ядер. Это поиски связанных состояний, в том числе связанных состояний реальных пионов. Отмечается важность исследований с поляризованными ядрами. Подчеркивается, что процесс поглощения пионов может служить одновременно как объектом, так и средством исследования.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Gornov M.G. et al. Investigation of Pion Capture in Atomic Nuclei by Means of a Multilayer Semiconductor Spectrometer P15-82-173

A system of the JINR-MPEI [6,7] multiplayer semiconductor spectrometers which allow to obtain new results with a better energy resolution for the processes of negative pion capture in nuclei is described. The present state of experiment and theory of the pion capture phenomenon and its specific problems are considered with the aim of nuclear study. This problems include the searches and investigations of new light nuclei and nucleon resonances including pure neutron and proton nuclei and other exotic light nuclei. The searches of real pion bound states in nuclei are also considered. The importance of the experiments with polarized nuclei is noted. It is stressed that pion capture is at the same time a subject of study and a tool for it.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.