

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

5748/2-81

23/41-8

1-81-624

А.И.Голохвастов, С.А.Хорозов

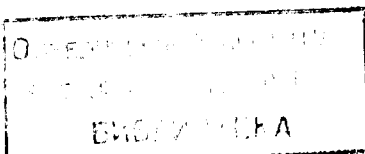
ВОЗМОЖНЫЙ СПОСОБ
ИССЛЕДОВАНИЯ СООТНОШЕНИЯ
ЧИСЛА ПРОТОНОВ И НЕЙТРОНОВ
НА ПОВЕРХНОСТИ ЯДЕР

1981

Теоретическому и экспериментальному исследованию распределения по радиусу плотности протонов и нейтронов в средних и тяжелых ядрах уделяется значительное внимание /см., например, обзор Алхазова^{1/} и приведенную в нем библиографию/. Несмотря на разнообразие методов экспериментального исследования достаточно достоверные выводы тем не менее отсутствуют. Причина этого кроется не только /и не столько/ в сложности самих экспериментов, сколько в неоднозначности процедуры обработки результатов измерений. Целью данного сообщения является изложение еще одного возможного способа исследования избытка нейтронов /протонов?/ в поверхностном слое средних и тяжелых ядер - использование реакции перезарядки релятивистских ядер. Достоинством этого метода, как будет показано ниже, является возможность "прощупывания" только поверхностного слоя исследуемого ядра-мишени, что должно привести к упрощению обработки экспериментальных данных. На принципиальную возможность использования с этой целью ядерных пучков указывалось в работе Титова^{2/}. В работе Оконова^{3/} был предложен конкретный метод измерения, основанный на том факте, что средняя множественность отрицательных или положительных пионов существенно различается в pp-, pп- и пп-взаимодействиях. Это дает возможность в реакциях типа



где В - ядро-мишень, а индексы обозначают число протонов (Z) и число нейтронов (N) в ядре-снаряде (А), определить, протон или нейтрон ядра-снаряда принял участие во взаимодействии, а по средней множественности отрицательных /положительных/ пионов найти частоту взаимодействий с протоном /нейтроном/ ядра-мишени. Однако на пути реализации такой программы имеются довольно серьезные препятствия. Одно из них заключается в том, что нужно с высокой точностью знать средние множественности пионов в нуклон-нуклонных взаимодействиях. Имеющиеся в литературе данные недостаточно точны /около 10%/. Второе препятствие носит более принципиальный характер и связано с необходимостью модельно зависимо учета поглощения рожденных пионов, повторных взаимодействий протона из ядра-снаряда в ядре-мишени



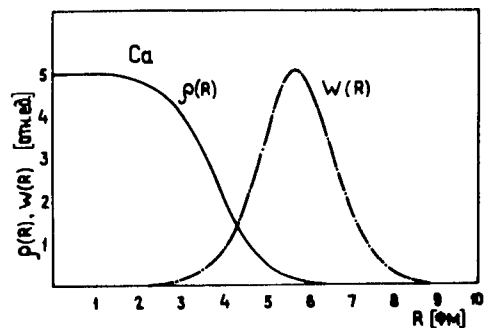
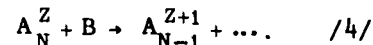
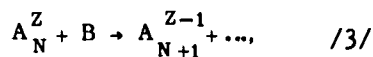


Рис. 1

и других возможных эффектов. Причем эти эффекты не малы; например, вероятность повторного взаимодействия нуклона в ядре-мишени /реакции /1/, /2// по оценкам, сделанным в рамках модели /4/, может составлять 10-15%. Имеется, однако, другая привлекательная возможность, уже упоминавшаяся в начале данного сообщения, - использование реакции перезарядки:



Если бы изотопическая инвариантность была точной, то отношение сечений перезарядки, например, $^{12}\text{C}_6$ в $^{12}\text{B}_5$ и $^{12}\text{N}_7$ на ядре В прямо давало бы соотношение числа нейтронов и протонов в поверхностном слое ядра В.

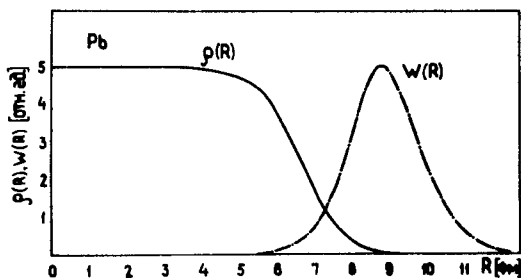


Рис. 2

Реально имеющееся различие в энергиях связи зеркальных ядер ^{12}B и ^{12}N /что приводит к неодинаковому выходу этих ядер даже при перезарядке ядра углерода на равной смеси протонов и нейтронов/ усложняет процедуру ненамного. Пусть, например, σ_3 и σ_4 - сечения реакций /3/ и /4/ на ядре-мишени с одинаковым распределением протонов и нейтронов по радиусу. В качестве таких мишеней можно использовать дейтерий, гелий, углерод. Пусть, далее, σ'_3 и σ'_4 - сечения реакций /3/ и /4/ на исследуемом ядре В. Тогда p - доля протонов в поверхностном слое ядра В находится из следующего соотношения:

$$\frac{\sigma'_3}{\sigma'_4} = \frac{1-p}{p} \cdot \frac{\sigma_3}{\sigma_4}. \quad /5/$$

Представление о толщине исследуемого слоя поверхности можно получить по рис. 1, 2, где приведены вероятности $W(R)$ взаимодействия нуклона ядра ^{12}C на ядрах кальция и свинца в зависимости от расстояния R до центра ядра-мишени. Расчет выполнен в рамках модели /4/. При расчете требовалось соблюдение условия:

в ядре-мишени взаимодействует один и только один нуклон ядра углерода. На этих же рисунках для наглядности приведены распределения плотности ядерного вещества, взятые в виде распределения Гаусса для кальция и в виде распределения Ферми для свинца. Рисунки показывают, что рассматриваемые реакции достаточно хорошо выделяют периферию ядра-мишени. Именно это обстоятельство вместе с возможностью модельно независимой /по крайней мере в первом приближении/ обработки экспериментальных данных позволяет надеяться на получение надежной информации о соотношении числа протонов и нейтронов в поверхностном слое ядер.

Авторы благодарны М.И.Подгорецкому за обсуждение рассмотренных вопросов и Н.Н.Воробьевой за помощь в проведении расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алхазов Г.Д. Изв. АН СССР, сер. физ., 1978, т.42, с.2218.
2. Титов А.И. ОИЯИ, 8309, Дубна, 1974, с.42.
3. Оконов Э.О. ОИЯИ, 1-8578, Дубна, 1875.
4. Хорозов С.А. ОИЯИ, 2-80-142, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 сентября 1981 года.