

507600436

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ՔՐԻՍՏՈՍԻ ԶԱՆՈՐԴՈՒՄ НАУЧНОЕ СООБЩЕНИЕ

ЕФИ—135(75)

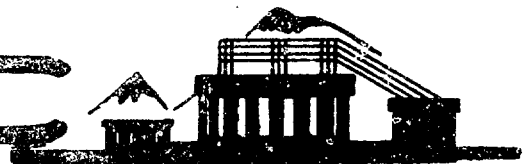
А.О. АГАНЬЯНЦ, Г.А. ВАРТАПЕТЯН

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕЙТРОНОВ В
ТЯЖЕЛЫХ ЯДРАХ

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1975



ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-135(75)

А.О. АГАНЬЯНЦ, Г.А. ВАРТАПЕТЯН

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕЙТРОНОВ В
ТЯЖЕЛЫХ ЯДРАХ

Ереван 1975

© *Ереванский физический институт, 1975*

А.О. АГАНЬЯНЦ, Г.А. ВАРТАПЕТЯН

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕЙТРОНОВ В
ТЯЖЕЛЫХ ЯДРАХ

Результаты исследований, посвященных нейтронному распределению в ядре Pb по рассеянию π^+ - мезонов, нейтронов, протонов, по фоторождению π^+ и захвату K , P , оказались несовпадающими между собой. В работе выявлена причина расхождения результатов и показано, что совокупность данных двух (или более) различных экспериментов позволяет найти сразу два параметра распределения Ферми для нейтронов.

Ереванский физический институт
Ереван 1975

Scientific Report ЕФН-135(75)

A.O.AGANYANTS, G.A.VARTAPETYAN

ON THE DISTRIBUTION OF NEUTRONS
IN HEAVY NUCLEI

The results of the investigation of neutron distribution in the $P\beta$ nucleus as taken from the scattering of π^+ -mesons, neutrons and protons, the π^+ -photoproduction and the K^- , \bar{p} capture proved to disagree. The reason for this discrepancy is given and it is shown that one could obtain at once two parameters of the Fermi distribution for neutrons from the data on two (or more) different experiments.

Yerevan Physics Institute
Yerevan, 1975

Исследование распределения нейтронов, в особенности в ядрах с большим их избытком, необходимо для: понимания структуры ядра; построения оптического потенциала ядра, который используется при вычислении различных характеристик процессов ядерного рассеяния; определения полных сечений нестабильных частиц по рассеянию в ядре; изучения процессов захвата и др.

Результаты работ, посвященных исследованию нейтронного распределения в ядре Pb по рассеянию π^+ [1] - мезонов, нейтронов [2], протонов [3] и даже α - частиц [4], по захвату K^- [5], \bar{p} [6] и по фоторождению π^\pm [7,8] - мезонов, оказались несовместимыми между собой. При извлечении результатов из данных конкретного эксперимента предполагалось, что протоны и нейтроны подчиняются распределению Ферми с двумя независимыми параметрами

$$\rho_{n,p} = \frac{\rho_0}{1 + \exp \frac{z - R_{n,p}}{a_{n,p}}},$$

где a - параметр диффузности, а R - радиус половинной плотности. В одном эксперименте определялся только один параметр, другой задавался произвольным.

Все имеющиеся в настоящее время экспериментальные результаты, относящиеся к ядру свинца, можно объединить

в четыре группы. Если принять, что нейтронные и протонные параметры диффузности равны $\alpha_n = \alpha_p$, то:

1) Из работ по низкоэнергетическому (упругому) рассеянию адронов [4,3], следует, что

$$R_n - R_p \approx 0,1 \div 0,2 \phi.$$

2) Из работ по неупругому рассеянию адронов высоких энергий [9] (в частности по поглощению π^+) [1]

$$R_n \approx R_p.$$

3) Из данных по фоторождению π^+ [7,8]

$$R_p - R_n \approx 0,7 \div 0,3 \phi$$

т.е. на периферии ядра протонов больше.

4) Из K^- и \bar{p} - захвата [5,6]

$$R_n - R_p \approx 1\phi,$$

что говорит о существовании нейтронного "гало". Подобные же соотношения получены для параметров диффузности, если положить $R_n = R_p$.

Поскольку в отдельном эксперименте определялся только один из двух параметров, то в случае различающихся протонных и нейтронных распределений извлеченные параметры будут зависеть от того, на какой эффективной глубине "прошупывалось" ядро в конкретном процессе. Подобная зависимость может быть причиной противоречивости результатов. Чтобы снять противоречие, необходимо найти сразу два параметра распределения. Для этой цели можно привлечь данные, по крайней мере, двух из множества выполненных экспериментов, отличающихся глубиной "прошупывания" ядра. Кроме того, эти два эксперимента должны удовлетворять следующим требованиям:

1) Неупругость процесса (считается, что опыты по неупругому взаимодействию предпочтительнее, так как в них "прощупывается" непосредственно вещество, а не поле).

2) Чувствительность процессов к протонам и нейтронам в отдельности, а не к веществу вообще.

Из большого числа процессов, при помощи которых в разное время изучалось распределение нейтронов, только фоторождение π^+ - мезонов [8] и поглощение $\pi^+[1]$ при энергии 700 Мэв удовлетворяют трем указанным критериям. Оба процесса - неупругие, в каждом из них взаимодействие π^- - мезонов разных знаков чувствительно по отдельности к протонам и нейтронам. Покажем, что они отличаются эффективной глубиной "прощупывания" ядра.

В эксперименте по поглощению, который основан на принципе выбывания из пучка, из-за большого сечения взаимодействия π^- - мезонов с нуклонами, чувствительной к разнице распределений будет только кольцевая кромка на поверхности ядра (рис.1а).

Из-за малости константы связи фотона с адронным полем γ -квант может пройти через все ядро и родить π^- -мезон на задней поверхности ядра (рис.1б), поэтому в эксперименте по фоторождению чувствительной к разнице радиусов будет вся задняя полусфера. Примем для простоты, что все вещество ядра заключено в шаре с радиусом R и распределено равномерно (без диффузного слоя). Отложим на круге с радиусом $R = 6,5\phi$ ($R\phi$) отрезок линии, численно равный одной ядерной длине $\ell = 2\phi$ (если $\sigma \approx 30$ мбн), как это показано на рис.1а и б. Тогда заштрихованные площади характеризуют области взаимодействия, чувствительные к разнице радиусов в обоих экспериментах.

Как видно из рис.1а глубина "прощупывания" ядра $h_1 \ll \ell$ в первом случае (адрон-адронное взаимодействие) и $h_2 \sim \ell$ во втором (фотон-адронное взаимодейст-

вие). Это означает, что информация о разнице плотностей нейтронов и протонов приносится из различных глубин ядра.

Используя значения

$$\frac{Z N_{\text{эф}}(\gamma \pi^-)}{N Z_{\text{эф}}(\gamma \pi^+)} = f(\rho_n, \rho_p) \quad \text{и} \quad \frac{G(\pi^-)}{G(\pi^+)} = \psi(\rho_n, \rho_p),$$

полученные в двух упомянутых экспериментах [1,8], можно на ЭВМ точно рассчитать два неизвестных параметра нейтронного распределения в ядре ${}^{\text{Pb}}$, что предполагается сделать позже. Результаты вычислений будут опубликованы в другой статье, здесь приводятся приближенные величины извлеченных параметров $R_n = 6,18\text{ф}$ и $Q_n = 0,78\text{ф}$, которые являются предварительными. Соответствующая этим оценочным параметрам кривая нейтронного распределения представлена на рис.2, из которого видно, что, по крайней мере, качественно наблюдается согласие с экспериментальными данными. В области дальней периферии имеется "гало" нейтронов (K, \bar{p} - захват). В других областях - избыток протонов над нейтронами (фотообразование π^+) или их равенство (поглощение π^+).

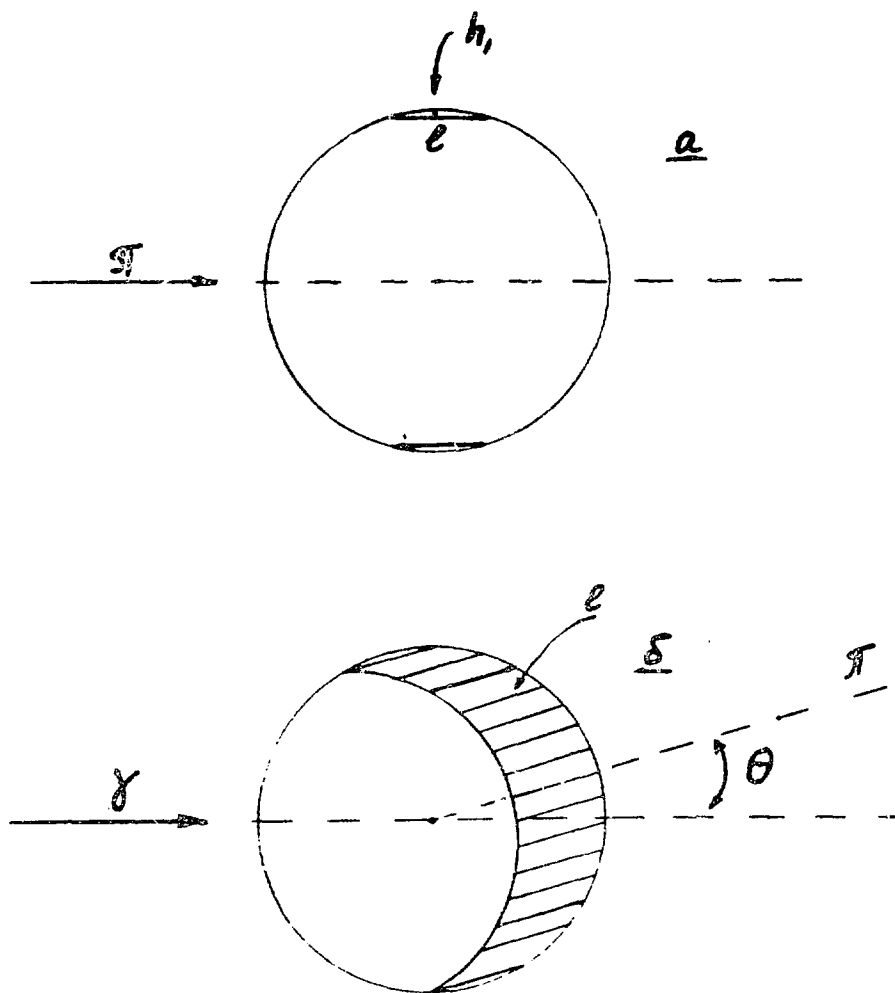


Рис.1.Области чувствительности к разнице распределений нейтронов и протонов,определяемые одной ядерной длиной (длина свободного пробега):

- а) $\pi^+ p \nu$ взаимодействие, $h_1 \ll \ell$ эффективная глубина "прощупывания".
- б) $\gamma p \nu$ эффективная глубина "прощупывания" $h_2 \sim \ell$, $\theta = 16^\circ$ -угол между осью спектрометра и направлением распространения γ -пучка [8].

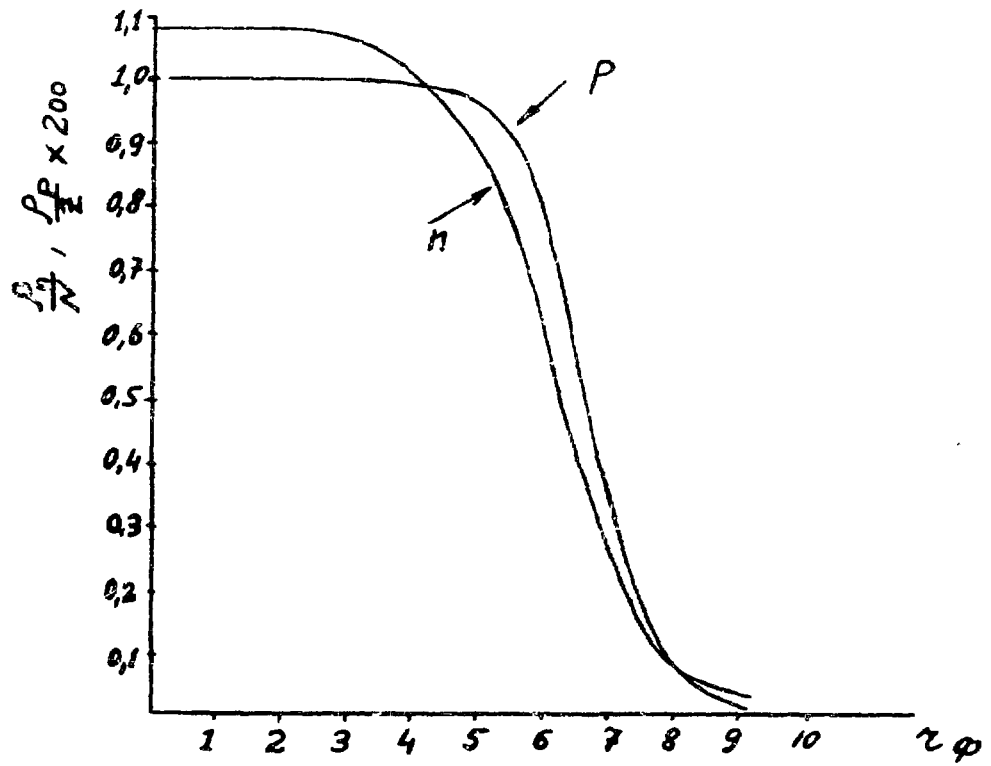


Рис.2 Распределение плотностей нейтронов и протонов в ядре Pb . (Параметры распределения нейтронов-оценочные).

ЛИТЕРАТУРА

1. W.Allardyce, C.J.Batty et al. RPP/NS 8 (1972)
2. T.Coor et al. Phys.Rev. 98, 5 (1955).
3. Greenless et al. Phys.Rev.C. 1, 4 (1970).
4. C.J.Batty, E.Friedman. Phys.Lett.34B, 1,7 (1971).
5. C.E.Wiegand. Phys.Rev.Lett.,22, 23, 1235 (1969).
6. M.Leon, R.Seki. Phys.Lett.,48B, 3, 173 (1974).
7. A.M.Boyarsky et al. Phys.Rev.Lett., 23, 1343(1969)
8. Л.О.Абрамян, А.О.Аганьянц, Ф.В.Адамян, Г.А.Вартапетян и др. ЖФ, 16, 4 (1972)
9. C.J.Batty and E.Friedman. RPP/NS 15 (1972).

Рукопись поступила 2-го июня 1975г.



Редактор Л.И.Мукаян
Тех.редактор А. С.Абрамян

Заказ 279 ВФ- 03 388 Тираж 299

Подписано к печати 29/УП-75 г. Формат издания 30x40

0,5 уч. изд.л. Ц. 4 к.

Отпечатано на ротапринте
Ереванского физического института, Ереван 36, пер. Марка-
ряна 2