

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Мартынов В. П., Мартынова В. П., Марченко В. Ф., Рогов Е. П. Электронная техника, 1978, сер. 10, № 6, с. 32. [2] Каплан А. Е., Кравцов Ю. А., Рылов В. А. Параметрические генераторы и делители частоты. М.: Сов. радио, 1964.

Поступила в редакцию  
26.01.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1982, Т. 23, № 1

УДК 539.143

### РАСЧЕТ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЯДЕР С ЯДРАМИ

Ч. А. Третьякова, В. Я. Шестоперов

(НИИЯФ)

При изучении взаимодействий ядер с ядрами с энергией в сотни ГэВ на нуклон, зарегистрированных в большой эмульсионной стопке [1], возникла необходимость теоретической оценки некоторых величин, характеризующих взаимодействия ядер такой энергии. Не прибегая к каким-либо специальным моделям, в простейшем предположении, что взаимодействие ядро — ядро представляет собой суперпозицию независимых нуклон-ядерных столкновений, мы провели полуэмпирические расчеты, ре-

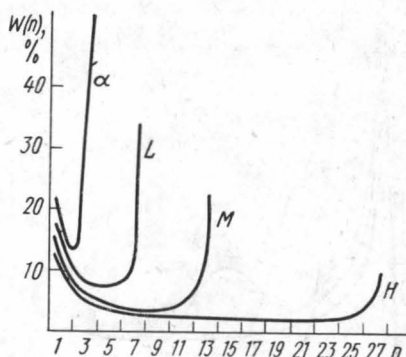


Рис. 1. Вероятность взаимодействия  $n$  нуклонов налетающего ядра со средним ядром эмульсии для разных первичных ядер

зультаты которых были использованы для сравнения с полученными экспериментальными данными [1].

Эти результаты могут оказаться полезными и в других экспериментах при анализе взаимодействий высокоэнергетических ядер с ядрами. В связи с этим ниже приводятся некоторые итоги наших расчетов и краткое описание способа, каким они были получены.

Расчет проводился следующим образом. Масса ядра-шара проецировалась на плоскость круга с учетом распределения плотности нуклонов в ядре по Ферми [2], т. е. рассчитывалась функция

$$\Delta m(\rho) = \frac{\sqrt{R^2 - \rho^2}}{k} \sum_{i=1}^{i=k} d(r_i),$$
 где  $R$  — радиус ядра,  $\rho$  — расстояние от центра круга,  $d(r_i)$  — плотность нуклонов на расстоянии  $r_i$  от центра

ядра,  $r_i = \sqrt{\rho^2 + \left[ \frac{\sqrt{R^2 - \rho^2}}{k} \left( i + \frac{1}{2} \right) \right]^2}$ ,  $k$  — число разбиений хорды, задаваемое точностью вычислений.

С помощью полученной зависимости  $\Delta m$  от  $\rho$  подсчитывалась масса, заключенная в области перекрытия сталкивающихся ядер, и строи-

лась кривая раздвижения  $\frac{\Delta m}{m}(l)$ , где  $m$  — масса налетающего ядра,  $l$  — расстояние между центрами сталкивающихся ядер.

Далее считалось, что провзаимодействовало  $n$  нуклонов налетающего ядра, если в области перекрытия сталкивающихся ядер заключена масса первичного ядра, составляющая от  $n-0,5$  до  $n+0,5$  нуклонных масс.

Вероятность взаимодействия  $n$  нуклонов полагалась пропорциональной площади кольца  $W(n) \sim \pi(l_1^2 - l_2^2)$ , а величины  $l_1$  и  $l_2$  находились из графика функции  $\frac{\Delta m}{m}(l)$  как значения абсцисс, удовлетворяющие значениям функции

$$\frac{\Delta m}{m}(l_1) = \frac{1}{n-0,5} \text{ и } \frac{\Delta m}{m}(l_2) = \frac{1}{n+0,5}.$$

Посчитанные таким образом вероятности взаимодействия разного числа нуклонов для первичных ядер с  $A=4$  ( $\alpha$ -частицы),  $A=8$  (группа легких ядер  $L$ ),  $A=14$  (группа средних ядер  $M$ ) и  $A=28$  (группа тяжелых ядер  $H$ ) приведены на рис. 1. Следует заметить, что в качестве ядра мишени было выбрано ядро с  $A=70$ , что близко к среднему значению атомного веса для фотоэмульсии с учетом хими-

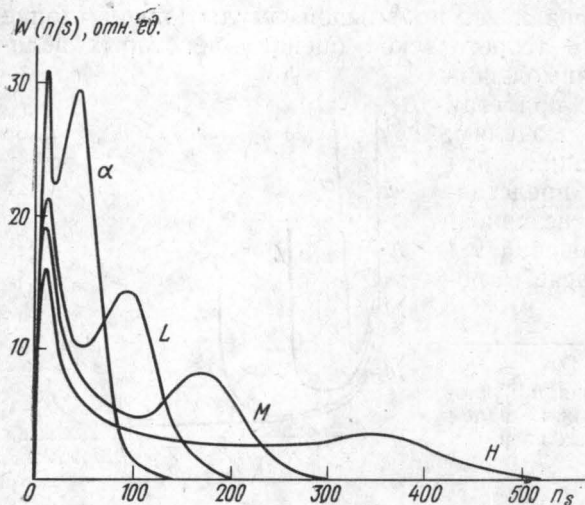


Рис. 2. Распределения множественности релятивистских частиц  $n_s$  во взаимодействиях со средним ядром эмульсии разных первичных ядер

ческого состава и вероятности взаимодействия на разных ядрах (оценки показали, что такое допущение приводит к ошибке не более 10%).

Затем были рассчитаны распределения по числу релятивистских заряженных частиц  $n_s$ , родившихся в результате определенного числа независимых нуклон-ядерных взаимодействий. Вероятность образования  $n_s$  частиц в результате  $n$  нуклон-ядерных соударений определялась по рекуррентной формуле

$$W_n(n_s) = \sum_{p=0}^{p=n_s} W_1(p) W_{n-1}(n_s - p).$$

В качестве  $W_1(n_s)$  было взято распределение по множественности для взаимодействий нуклонов с ядрами фотоэмульсии при энергии 200 ГэВ [3].

Наконец, зная вероятности взаимодействия определенного числа нуклонов налетающего ядра  $W(n)$  и распределение по множественности при взаимодействии такого числа нуклонов  $W_n(n_s)$ , можно рас-

считать распределение по множественности во взаимодействиях различных ядер с ядрами фотоэмульсии, т. е. величину  $W(n_s) = \sum_{n=1}^{n=A} W(n) W_n(n_s)$ . Полученные распределения по множественности

для различных групп ядер представлены на рис. 2.

В таблице приведены средние значения числа взаимодействующих нуклонов  $\langle n \rangle$ , множественности заряженных релятивистских частиц  $\langle n_s \rangle$  и величины  $\sqrt{D}/\langle n_s \rangle$ , где  $D$  — дисперсия распределения по множественности. Эти величины получены для ядер с энергией около 200 ГэВ на нуклон.

Средние значения	$\alpha_4$	$L_s$	$M_{14}$	$H_{28}$
$\langle n \rangle$	2,9	4,9	7,5	12,6
$\langle n_s \rangle$	40	68	103	175
$\frac{\sqrt{D}}{\langle n_s \rangle}$	0,58	0,63	0,72	0,80

Отметим, что результаты наших простых оценок удовлетворительно согласуются с результатами более точных теоретических расчетов, выполненных позднее другими авторами. Так, в работе [4] для  $\alpha$ -частиц и ядер с  $A=16$  при энергиях более 100 ГэВ на нуклон получены значения  $\langle n \rangle = 2,7$  и  $7,5$ ;  $\langle n_s \rangle = 38$  и  $86$  соответственно. В работе [5] рассчитана зависимость средней множественности на один взаимодействующий нуклон  $\langle n_s/n \rangle$  от атомного номера налетающих ядер с энергией несколько сотен ГэВ на нуклон. Согласно этой работе при взаимодействиях первичных ядер с  $A=4-28$  с ядрами атомов фотоэмульсии  $\langle n_s/n \rangle = 14$ , что совпадает с принятым на основании [3] в наших оценках значением  $\langle n_s/n \rangle = 13,8$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Шомоди А., Сугар С., Чадраа Б. и др. Ядерная физика, 1978, 28, 2, с. 445. [2] Барашенков В. С., Тонеев В. Д. Взаимодействия высокоэнергетических частиц и атомных ядер с ядрами. М.: Атомиздат, 1972. [3] Babecki J., Czachowska Z., Furmanska B. et al. Report N842/PH. Krakow, 1973. [4] Asstafiev V. A., Grebovsky B. A. In: 16-th Int. Cosm. Ray Conf., 1979, v. 7, p. 378—384, Kyoto, Japan. [5] Nelipa N. F., Pukhov D. E. Ibid, p. 388.

Поступила в редакцию  
06.02.81

УДК 538.567.2

#### ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПОПЕРЕЧНОГО РАССЕЯНИЯ В ЭЛЕКТРОННЫХ ДЕТЕКТОРАХ С МАЛОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ТОКА В ПУЧКЕ

Р. В. Лебедев, Ю. А. Пирогов

(кафедра радиофизики СВЧ)

Ранее рассматривались в основном одномерные описания механизмов действия электронно-волновых преобразователей и детекторов. Если в случае систем с виртуальным катодом [1, 2] одномерные при-