

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

2526/83

16/583
1-83-105

А.С.Мартынов

ОЦЕНКА СОСТАВА ПУЧКА
РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР
С ИМПУЛЬСОМ 4,2 ГэВ/с НА НУКЛОН

1983

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки выхода V^0 -частиц при облучении двухметровой пропановой камеры ЛВЭ пучком ускоренных релятивистских ядер C_6^{12} , необходимо знать величину суммарного потока ядер C_6^{12} , прошедших через камеру. Визуальные критерии отбора ядер углерода в пучке не позволяют исключить примесь ядер с $Z = 5$ и $Z/M=1/2$, т.е. ядер B_5^{10} / Z , M - заряд и массовое число ядра/. Для более точного определения величины потока ядер C_6^{12} нужно оценить примесь в пучке ядер B_5^{10} , поскольку априори можно ожидать, что на выходе из синхрофазотрона ускоренный пучок будет содержать в себе набор ядер с различным значением Z , но с одинаковым отношением $\frac{Z}{M} = \frac{1}{2}$ и с одинаковой величиной импульса на нуклон.

Для идентификации заряда Z ядра применялся метод подсчета числа δ -электронов, вызываемых частицей во время прохождения ею первой половины камеры / $\ell = 110$ см/ без видимого взаимодействия с ядрами H , C и Ta . Число δ -электронов N_δ для ядра с зарядом Z и массой M на длине следа ℓ равно:

$$\bar{N}_\delta = k Z^2 \left(\frac{1}{E_{\min}} - \frac{1}{E_{\max}} - \frac{\beta^2}{E_{\max}} \ln \frac{E_{\max}}{E_{\min}} \right) \ell, \quad /1/$$

где $k = 0,039$ МэВ/с /для пропана, см./^{1/} /; $E_{\max} = \frac{2m_e \beta^2}{1 - \beta^2}$, $\beta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + M^2}}$;

E_{\min} - минимальная энергия δ -электрона, при которой он еще может быть зафиксирован визуально в камере и сосчитан. Поскольку значение величин E_{\min} , E_{\max} , β примерно одинаково для каждого ядра, то, как видно из /1/, среднее число δ -электронов N_δ в основном определяется зарядом ядра, а именно, оно приближенно пропорционально Z^2 и пропорционально длине следов ℓ :

$$\bar{N}_\delta = A Z^2. \quad /2/$$

Отсюда можно ожидать, что при достаточно большой длине ℓ , т.е. при хорошей статистической точности кривые Пуассона для ядер с различным значением Z могут быть четко разделены. В частности, можно отделить случай $Z = 5$ (B_5^{10}) от случая $Z = 6$ (C_6^{12}).

ЭКСПЕРИМЕНТ

Для измерений было отобрано /равномерно по сеансам/ 7 пленок с четкими, контрастными и не сильно прерывистыми следами. Из них /кадр за кадром/ отбирались все частицы пучка, прошедшие первую половину камеры без видимого взаимодействия с ядрами Н, С и Та. След частицы должен быть параллелен известному направлению пучка относительно реперов камеры. Сильно загруженные кадры исключались, поскольку счет δ -электронов был практически невозможен. Пропуск таких кадров не вносил какой-либо дополнительной систематической ошибки или неопределенности. Измерение числа δ -электронов N_δ проводилось с помощью лупы, а для облегчения счета след разбивался на 3 части. Считались все визуально наблюдаемые δ -электроны, т.е. никакой нижней границы для их пробогов не вводилось.

В процессе работы было отобрано 520 треков, для которых было измерено N_δ .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Распределение ошибок при счете N_δ подчиняется закону Гаусса, что подтверждается выполнением равенства $\sigma = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \eta$, характерного для нормального распределения. Здесь σ и η - соответственно среднеквадратичная ошибка /стандарт/ и средняя простая ошибка /см. табл.1/. Оказалось, что $\Delta N_\delta = \sigma = \pm 1,5$. В итоге получена общая гистограмма /см. рисунок/ с ячейкой $2 \times \Delta N_\delta$ в виде набора максимумов при различных значениях Z. Для каждого максимума были вычислены среднее положение пика /т.е. математическое ожидание/ и дисперсия D_Z /табл.2/, сравнение которых показывает, что они не равны друг другу /что характерно для распределения Пуассона/, а математическое ожидание значительно превышает дисперсию. Это превышение объясняется наличием добавочных, вторичных δ -электронов, вызванных, в свою очередь, δ -электронами частицы пучка. Это - фактор благоприятный, поскольку способствует лучшему разделению максимумов на гистограмме /см. рисунок/ при росте общей статистики. Как и ожидалось, среднее положение пика приближенно определяется соотношением /2/, где $\Lambda = 3,8$. Из гистограммы видно также, что максимумы с $Z = 5$ и $Z = 6$ практически полностью разделены.

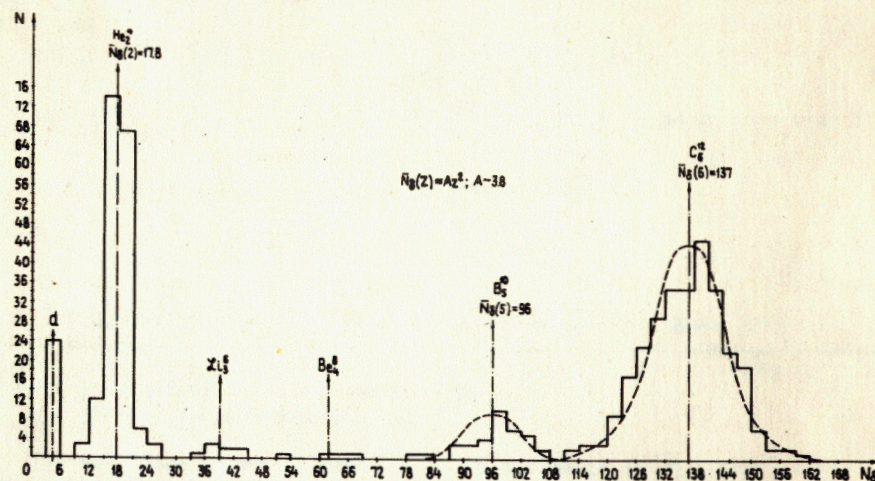
В области $N_\delta = /33 \div 45/$ наблюдается группа следов, возможно, обусловленная ядром Li_3^6 , тогда как в области $N_\delta = /60 \div 69/$ /ядро Be_4^8 / нет указания на какое-либо превышение над уровнем фона. Для оценки примеси ядер с $Z = 5$ и $Z = 2$ берем отношение числа событий в максимуме с $Z = 5$ и $Z = 2$ к числу событий в максимуме с $Z = 6$, с учетом сечения полного взаимодействия для каждого ядра в пропане и тантале. Поскольку сечение упругого взаимодейст-

Таблица 1

\bar{N}_δ	σ	η
145,3	2,16	2,22
139,3	2,46	2,52
163,3	2,31	2,41
150,9	2,23	2,42
26,2	1,74	1,72

Таблица 2

Z	\bar{N}_δ	D_Z
6	139,3	71,3
5	96,0	63,9
2	18,2	10,0



вия по сравнению с сечением неупругого взаимодействия при этой энергии мало $/Z^2/$, а случаи упругого взаимодействия в камере практически визуально не наблюдаются, то делаем предположение о том, что $\sigma_{полн.} \approx \sigma_{неупр.}$

Значение величины $\sigma_{неупр.}$ берем из работы $/2/$, а $\sigma_{неупр.} / Z = 5/$ получаем путем интерполирования между значениями $\sigma_{неупр.} / Z = 2/$ и $\sigma_{неупр.} / Z = 6/$, полученными в той же работе. В итоге имеем:

$$\kappa_5 = \frac{N_0^5}{N_0^6} = (0,083 \pm 0,025); \quad \kappa_2 = \frac{N_0^2}{N_0^6} = (0,134 \pm 0,039).$$

Анализируя и учитывая отдельно все допускаемые при этом ошибки, приходим к выводу о том, что суммарная ошибка для κ_5 и κ_2 дости-

гает величины порядка $25\% \div 30\%$. Основной вклад дает статистическая ошибка.

В заключение автор благодарит Б.А.Шахбазяна за стимулирование работы, интерес к ней и помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаспарян А.П., Григалашвили Н.С. ОИЯИ, 1-11335, Дубна, 1978.
2. Ахабабян Н. и др. ОИЯИ, 1-12114, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 февраля 1983 года.

Мартынов А.С.

1-83-105

Оценка состава пучка релятивистских ядер с импульсом 4,2 ГэВ/с на нуклон

Проводится оценка примеси ядер с зарядом $Z=1 \div 5$ в пучке релятивистских ядер углерода C_{12}^{12} с импульсом 4,2 ГэВ/с на нуклон. Заряд ядра определяется по интенсивности δ -электронов, сопровождающих след частицы пучка. В результате получено, что примесь ядер бора (B_5^{10} , $Z=5$) и ядер гелия (He_2^4 , $Z=2$) составляет соответственно:

$$\kappa_5 = \frac{N_0^5}{N_0^6} = (8,3 \pm 2,5)\% \quad \text{и} \quad \kappa_2 = \frac{N_0^2}{N_0^6} = (13,4 \pm 3,9)\%.$$

Суммарная ошибка для κ_5 и κ_6 достигает $25\% \div 30\%$. Основной вклад дает статистическая ошибка.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Martynov A.S.

1-83-105

Estimating of Relativistic Nuclear Beam Composition at 4.2 GeV/c per Nucleon Momentum

The admixture of nuclei with $Z=1 \div 5$ is estimated in $^{12}C_6$ relativistic nuclear beam with 4.2 GeV/c per nucleon momentum. The nuclear charge is evaluated over intensity of δ -electrons accompanying the track of a beam particle. It is obtained that the admixture of boron nuclei (B_5^{10} , $Z=5$) and of He nuclei (He_2^4 , $Z=2$) is, correspondingly,

$$\kappa_5 = \frac{N_0^5}{N_0^6} = (8,3 \pm 2,5)\% \quad \text{and} \quad \kappa_2 = \frac{N_0^2}{N_0^6} = (13,4 \pm 3,9)\%.$$

The sum error for κ_5 and κ_6 is as high as $25\% \div 30\%$. The main contribution is due to the statistical error.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.