

CP

B-17

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

Ф
В-17

Ван Ган-чан, Ван Цу-цзен, Дин Да-цао,
Л.Н.Дубровский, Е.Н.Кладницкая, М.И.Солсвьев.

О Т Ч Е Т

Изучение взаимодействий π^+ мезонов с углеродом
при энергиях 250-270 Мэв с помощью пузырьковой
пропановой камеры.

В-2075

Объединенный институт
Ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

- 1957 г.-
г.Дубна

ВВЕДЕНИЕ

Изучению взаимодействий π мезонов с ядрами и, в частности, с углеродом посвящено много работ при энергиях π мезонов меньше 200 Мэв ^{1,2,3,4} и несколько работ при энергиях больше 200 Мэв ^{5,6,7}. Эти работы выполнены либо с помощью камер Вильсона, либо с помощью сцинтилляционных счетчиков.

В настоящей работе изучение взаимодействий π^+ мезонов с углеродом производилось с помощью пузырьковой пропановой камеры, экспонировавшейся в пучке π^+ мезонов от синхроциклотрона ЛЯП Объединенного института ядерных исследований. Преимущество пузырьковой пропановой камеры состоит в том, что ядра углерода находятся в рабочей жидкости (C_3H_8) и точка взаимодействия π^+ с углеродом хорошо видна. Недостатком пузырьковой пропановой камеры является то, что следы частиц малой энергии в пропане не видны. Например, случаи упругого π^+c рассеяния ($E_{\pi} = 270$ Мэв) выглядят в пропановой камере как однолучевые звезды.

1. H. Ryfold, J. Kessler and L. Lederman
Phys. Rev. 86, 17 (1952)
2. J. Kessler and L. Lederman, Phys. Rev. 90, 344 (1953)
3. J. Kessler and L. Lederman, Phys. Rev. 94, 689 (1954)
4. A. Shapiro, Phys. Rev. 84, 1063 (1951)
5. В.Ф. Димитров, В. Уваров, М.С. Козодарь, В.Т. Осипенков, В. Русаков, *ИЗТФ*, 11, 923 (1956)
6. Ушатенко А.Е., Мухомин А.И., Озеров Е.Б., Фоминского Б.И.
ДАН, 103, №3 (1955)
7. Ушатенко А.Е., Мухомин А.И., Озеров Е.Б., Фоминского Б.И.,
ИЗТФ, 11, вып. 4/10 (1956)

II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ГЕОМЕТРИЯ ОПЫТА.

В эксперименте использовалась пузырьковая пропановая камера диаметром 110мм и глубиной 55 мм (рис. I).

Конструкция этой камеры описана в отчёте ЛВЭ⁸⁾ фотографирование производилось стереофотоаппаратом⁹⁾. База 120мм, фокусное расстояние объективов 40мм. Реперами в рабочем объёме камеры служили фторпластовые уголки, вырезанные во фторопластовых прокладках, уплотняющих стекла.

Облучение камеры π^+ мезонами производилось на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Положительные π мезоны генерировались в мишени из полиэтилена. В наших экспериментах использовались мишени толщиной 16см, 20 см, и 30 см, которые помещались на пути выведенного из камеры синхроциклотрона пучка протонов с энергией 660Мэв. С помощью анализирующего магнита выделялся монохроматический пучок π^+ мезонов от реакции $p+p \rightarrow \pi^+ + d$, испускаемых под углом 9° к направлению протонного пучка. После анализирующего магнита пучок π^+ мезонов направлялся через коллиматор в четырехметровой бетонной защите в помещение, где находилась пузырьковая камера. π^+ - мезонный пучок входил в камеру через тонкую стенку диаметром 40мм, пройдя предварительно через свинцовый коллиматор длиной 20мм и медный фильтр ($18\text{г}/\text{см}^2$), помещенные непосредственно перед камерой. Фильтр служил для очистки

8) Соловьев И.И., Кладницкая Е.Н. и Смирнов Н.А. Отчет ЛВЭ, 1956 г.

9) Стереофотоаппарат был заимствован в Лаборатории ядерных проблем, в секторе т. Р.М.Суляева.

пучка π^+ мезонов от протонов того же импульса, что и у π^- - мезонов. Геометрия опыта показана на рис.2. Было получено 3500 фотографий при энергии 270 ± 10 Мэв и 400 фотографий при $E=250 \pm 10$ Мэв. Методы обработки полученных результатов описаны в отчёте Ван Ган-чана и др.¹⁰⁾.

Для синхронизации работы пузырьковой камеры с ускорителем использовалась специальная радиосхема, на вход которой поступали импульсы от фотодатчика вариатора с частотой 80-100 герц.

Через каждые 12сек схема открывалась для пропускания 3-4 импульсов фотодатчика и выдавала соответственно 3-4 импульса на включение высокой частоты и схемы управления.

Первый запускающий импульс мог регулироваться задержкой так, чтобы камера регистрировала 3-ий или 4-ый импульс ускоренных частиц.

III. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА π^+ -МЕЗОНОВ И ЭФФЕКТИВНОЙ ДЛИНЫ КАМЕРЫ.

Подсчёт числа π^+ - мезонов, попавших в камеру, был произведен независимо тремя наблюдателями. Расхождение в подсчитанном числе π^+ - мезонов не превышало 5%. При подсчете не учитывались частицы с плотностью пузырьков ($g/g_0 \geq 1,5$), превышающей плотность пузырьков ($g/g_0 = 1,2$) для 250-270 Мэв π^- - мезонов. Для протонов ($g/g_0 \leq 1,7$ ^{II)}, если их энергия

10) Ван Ган-чан, Ван Цу-цзен, Дин Да-цао, Кладницкая Е.Н., Соловьев М.И. Отчёт ЛВЭ, 1957 г.

11) Блинов, Ломанов, Крестников ЖЭТФ т.31 вып.5(11) 1956г.

больше 500 Мэв. При указанной выше геометрии опыта такие протоны не могли попасть в пучок π^+ - мезонов. Протоны, имеющие импульс, одинаковый с π^+ - мезонами, имели энергию ~ 100 Мэв и поглощались в медном фильтре ($18\text{г}/\text{см}^2$), стоявшем перед камерой. Вклад в пучок (отклонение от направления пучка не $> 10^0$) от π^+ мезонов, упруго или неупруго рассеянных в фильтре, стенках коллиматора и камеры и имеющих энергию $100 \div 250$ Мэв ($\eta_{\pi^+} = 1,5 \div 1,2$), составил менее 1%. Примесь μ^+ мезонов составляла 6%. Не учитывались также следы частиц с наклоном $> 10^0$ к направлению пучка.

Эффективная длина камеры определялась следующим образом. Было построено распределение 294 наблюдавшихся однолучевых звезд (рис.3) в зависимости от положения точки взаимодействия по направлению пучка. Уменьшение числа наблюдавшихся однолучевых звезд у краев камеры обусловлено геометрическими и оптическими факторами. Эффективная длина камеры для наблюдения однолучевых звезд 7,5 см. Из аналогичного построения для двухлучевых звезд получена эффективная длина 9,2 см. Полный пробег в пропане для π^+ с $E=250$ и 270 Мэв 41800 см. Поэтому пробегу определялось сечение упругого рассеяния π^+ на углероде. Сечение неупругого взаимодействия определялось для $E_{\pi^+} = 270$ Мэв, полный пробег π^+ в пропане в этом случае составлял 33760 см.

IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.

I) Упругое π^+c рассеяние.

Реакцию $\pi^+c \rightarrow \pi^+c$ (I) нужно отличать от других реакций

(2)

(3)

(4)

$$\pi^+ + p \rightarrow \pi^+ + p \quad (\theta < 15^\circ) \quad (2)$$

$$\pi^+ + (n) \rightarrow \pi^+ + n \quad (3)$$

$$\pi^+ + (p) \rightarrow \pi^+ + p \quad (\theta < 15^\circ) \quad (4)$$

В статистику не вошли взаимодействия, вызванные π^+ -мезонами с отклонением от направления пучка $> 10^0$, а также взаимодействия с $\theta < 10^0$ (θ - угол вылета заряженной частицы в лабораторной системе координат). В интервале до 10^0 велик вклад от кулоновского рассеяния, π -м-е распада и упругого $\pi^+ - p$ рассеяния, которые невозможно отличить в пропановой камере от реакции (I). Вероятность упругого рассеяния π^+ на углероде на угол $\theta > 70^0$ очень мала^{I2a)}, поэтому считалось, что рассеяния на угол $> 70^0$ принадлежат реакции (3). Статистика случаев показана в таблице I.

Таблица I

число однолучевых звезд с π^+ мезоном	Интервал углов
104	$15^0 \leq \theta \leq 70^0$
7	$\theta > 70^0$
37	$10^0 \leq \theta < 15^0$
47	$\theta < 10^0$

Определено сечение упругого $\pi^+ - c$ рассеяния для $10^0 \leq \theta \leq 70^0$. 130 однолучевых звезд отнесено к случаям упругого $\pi^+ - c$ рассеяния (I4I-II).

I2a) Иванов В.Г.

Частное сообщение.

По данным Б.Понтекорво и др.^{I2)} при $E=270$ Мэв при нашей статистике 4 случая упругого π^+-p рассеяния попадают в интервал $10^0 \leq \theta < 15^0$. Далее, если принять, что 7 случаев с $\theta > 70^0$ обусловлены реакцией (3), то в интервал $10^0 \leq \theta \leq 70^0$ попадает 6 таких случаев. При оценке использовалось угловое распределение для неупругого рассеяния π^- на углероде из работы (5). Кроме того, в $10^0 \leq \theta < 15^0$ попадает 1 случай по реакции (4) (При 15^0 реакция (4) выглядит как двухлучевая звезда). Эти одиннадцать случаев и были исключены из числа однолучевых звезд для $10^0 \leq \theta \leq 70^0$.

$$\sigma_{\pi^+}^{10^0 \leq \theta \leq 70^0} = (176 \pm 16) \text{ мб}$$

Кроме полного сечения упругого π^+-c рассеяния, получены дифференциальные сечения упругого π^+-c рассеяния (рис.4).

Согласно Ватсону и др.^{I3)} действительная часть ядерного потенциала для углерода при $E_{\pi} = 270$ Мэв равна 30 Мэв. На основе оптической модели^{I4)} для рассеяния π мезонов на углероде было вычислено угловое распределение в предположении однородного распределения ядерного вещества внутри сферы радиуса $R = 1,4 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-13} \text{ см} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ см}$, при $K = 0,54 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-1}$ и $V = 30$ Мэв (см. сплошную кривую на рис. 4).

I2) Н.И. Мухин, Б.Б. Озеров, Б. М.Понтекорво ЖЭТФ, т.31 вып. 3(9)(1956)г.

I3) Watson *Phys. Rev.* 100 p.358 (1955)

I4) S. Fernbach, R. Serber and Taylor, 75 № 9 (1949)
Phys. Rev.

K - коэффициент поглощения π^+ мезонов в ядерном веществе (как и в работе (5)) был определен по формуле:

$$K = \frac{1/2 (\sigma_{\pi^+p} + \sigma_{\pi^+n}) A}{4/3 \pi R^2}$$

σ_{π^+p} , σ_{π^+n} - полные сечения взаимодействия π^+ мезонов со свободными протонами и нейтронами, соответственно, при $E_{\pi} = 270$ Мэв. Их значения взяты из обзора "π-мезоны" (15). R - радиус ядра углерода. Из рис. 4 видно, что угловое распределение упругого рассеяния π^+ мезонов на углероде удовлетворительно согласуется с кривой дифракционного рассеяния. Сечение дифракционного рассеяния для $10^\circ < \theta < 70^\circ$, полученное интегрированием по теоретической кривой, равно 193 мб. Построено также распределение упругого рассеяния по углу φ (φ - угол между горизонтальной плоскостью и плоскостью, в которой лежат первичная и вторичная частицы) для 10⁴ случаев, у которых $15^\circ < \theta < 70^\circ$.

Найдено, что в верхнюю полусферу рассеивается 54 π^+ , в нижнюю - 50. В правую и левую полусферы соответственно 49 и 55. В пределах статистических ошибок распределение по φ симметрично. Для увеличения статистики угловое распределение упругого рассеяния по φ в интервале 0-360⁰ было сложено в интервал 0-180⁰ (рис. 5). Видно, что распределение неизотропно. Кроме малой статистики такое распределение можно объяснить меньшей эффективностью наблюдения случаев с углом φ , близким к 90⁰.

15) Барков и Никольский УФН ЛМ, вып. 3, 1957 г.

Если добавить ~ 12 случаев упругого π^+c рассеяния в интервал $> 45^\circ$ и $< 135^\circ$ для того, чтобы распределение стало изотропным, то сечение упругого рассеяния будет $(192,5 \pm 18,5)$ мб, что очень хорошо согласуется с сечением дифракционного рассеяния для $v = 30$ Мэв при $K = 0,54 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-1}$.

2. Неупругое рассеяние π^+ мезонов на углероде.

Неупругое рассеяние π^+ мезонов на углероде идет по реакции $\pi^+c \rightarrow \pi^+ + n$ лучей ($n = 0, 1, 2 \dots 6$) (5).

Реакцию (5) трудно отличить от взаимодействий π^+ с углеродом, идущих с поглощением π^+ мезона или с перезарядкой, если энергия вторичного π^+ мезона в реакции (5) меньше 60 Мэв.

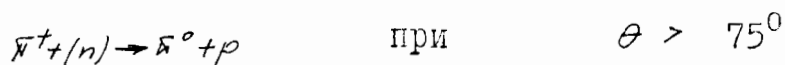
($\chi/g_0 \geq 2 \div 2,5$ для π^+ с $E < 60$ Мэв и протонов с $E \leq 250$ Мэв).

Таких неясных случаев было семь. При определении сечения они вошли в ошибку. Случай упругого π^+p рассеяния ($\theta > 15^\circ$) в основном легко отделяется от случаев неупругого рассеяния π^+ мезонов на углероде по кинематике и компланарности взаимодействия. Однако было 4 случая, которые трудно было отнести к упругому или квазиупругому рассеянию π^+ на протоне из-за большой ошибки в измерении угла ψ .

Всего звезд с мезоном обнаружено 65. В это число вошли 7 звезд по реакции (3) для $\theta > 70^\circ$, выделенных при исследовании однолучевых звезд. К 65 звездам нужно добавить еще 5 случаев рассеяния на связанном нейтроне в интервал $20^\circ < \theta < 70^\circ$ (см. пункт I) и 2 случая рассеяния на связанных нуклонах в интервал $0^\circ < \theta < 20^\circ$. Последняя оценка получена из сопоставления углового распределения неупругого рассеяния π - мезонов

на углероде, полученного в настоящей работе с таковым в работе (5). 72 случая неупругого рассеяния на указанной выше длине пути π^+ мезонов дает $\sigma_{н.р.} = 120^{+38}_{-19}$ мб

Угловое распределение неупругого рассеяния π^+ на углероде в лабораторной системе координат, показанное на рис. 6, похоже на угловое распределение рассеяния π^+ с энергией 270 Мэв на водороде, полученное в нашем эксперименте и нанесенное штриховой кривой на том же рисунке. Этот экспериментальный факт говорит о том, что рассеяние в ядре происходит на отдельных нуклонах, а число рассеяний в ядре углерода невелико. Такая точка зрения высказывалась ранее в ряде работ 3,5,16,17,18. Выпадение из плавной кривой точки, относящейся в интервалу углов $0^\circ < \theta < 20^\circ$, может быть можно объяснить тем, что при рассеянии на малый угол (при одном соударении) π^+ мезон теряет малую долю своей энергии, а протон отдачи с малой энергией в пропане не виден. С другой стороны, при тщательном просмотре фотографий не было найдено ни одной остановки, которая объяснилась бы реакцией



Следовательно, можно думать, что дело не только в том, что протоны малой энергии не видны в пропане, а сказывается также влияние принципа Паули. Построена зависимость числа звезд от числа лучей в звезде, не считая рассеянного π - мезона (рис.7).

16) M. V. L. Blau, M. Saulton *Phys. Rev* 96, 150, 1954

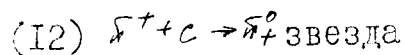
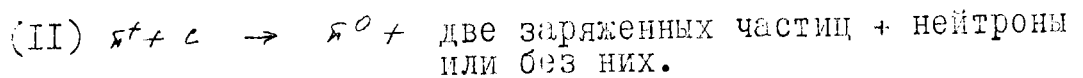
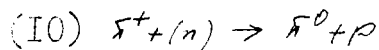
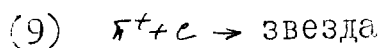
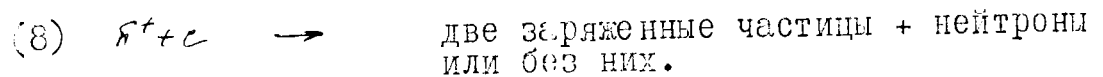
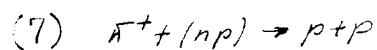
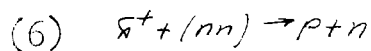
17) И.С.Козодаев, А.М.Слуцкий, А.И.Филиппов, В.А.Щербаков
ЖЭТФ, 31, 701, 1956

18) Н.А.Митин, Е.Л.Григорьев ДАН СССР, 103, 219, 1955 г.

Отложены статистические ошибки и ошибки разделения случаев. В ошибки вошли также 2 случая, у которых, кроме рассеянного мезона есть 2-3 пузырька, не образующие один след. Эти случаи можно отнести и к звездам с двумя лучами, кроме мезона, и с тремя.

3. Поглощение π^+ в углероде и перезарядка.

С поглощением и перезарядкой π^+ в углероде возможны следующие реакции:



Реакция (7) легко определялась по внешнему виду.

Реакции (6) и (10) разделялись по соотношению между пробегом (если след кончался в камере) и углом вылета протона. Случаи с $\theta > 75^\circ$ относились к реакции (6), т.к. след протона в (10) при этом не виден. Реакции (8) и (11), а также (9) и (12), в нашем эксперименте нельзя различить. Поэтому не были разделены сечения поглощения и перезарядки. Всего безмезонных звезд обнаружено 98, что дает

$$\sigma = 164 \begin{matrix} +34 \\ -22 \end{matrix} \text{ мб}$$

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_n$$

σ_a - сечение поглощения

σ_n - " - перезарядки

Для безмезонных звезд также построено распределение числа звезд от числа лучей (рис.8). Ошибки статистические и разделения случаев. Для безмезонных же звезд были построены угловые распределения вторичных частиц с пробегом меньше 16мм и больше 16мм в проекции на плоскость снимка, 16 см - пробег протона с энергией 30 Мэв, а 30 Мэв - верхняя граница спектра испарившихся частиц для ядер с $A=100$.¹⁹⁾ Распределение для $R < 16$ мм оказалось не изотропным. Если верхняя граница спектра испарившихся частиц в 30 Мэв справедлива для ядра углерода, то можно говорить о возможной несправедливости модели испарения частиц из ядра при наших энергиях. Для легких ядер фотозумьсии изотропния в распределении черных и серых следов по углам для энергий π - мезонов 50 + 80 Мэв была получена в работе²⁰⁾.

Обратимся теперь к рассмотрению рис.9. На нем квадратиками представлена зависимость отношения $\sigma_{\pi/\sigma_{\text{яд}}}$ от энергии для ядер углерода. Данные для $E_{\pi} = 62$ Мэв взяты из работы¹⁾, для $E_{\pi} = 125$ Мэв из работы³⁾ для $E_{\pi} = 230$ Мэв из (3). Уменьшение $\sigma_{\pi/\sigma_{\text{яд}}}$ с увеличением энергии говорит об уменьшении доли поглощения π мезонов при ядерном взаимодействии π мезонов с углеродом с ростом энергии π - мезонов. Была вычислена вероятность поглощения π - мезонов двумя нуклонами в ядре, в предположении, что π - мезон с импульсом $|\vec{p}|$ поглощается только в том случае, когда импульс относительного движения двух нуклонов в ядре равен или больше $|\vec{p}|$, другими словами, расстояние между двумя нуклонами равно или меньше $\frac{1}{|\vec{p}|}$. Для этой цели взята функция двух нуклонов $\psi_{12} = \sqrt{\frac{\alpha}{2\pi}} \frac{e^{-\alpha r}}{r}$ и вычислено импульсное распределение системы двух нуклонов.

19) Сегре "Экспериментальная ядерная физика" т.П.

20) Blau, Oliver, Smith, Phys. Rev. 91, p.949, 1953

$$N(k) = \left| \int_0^{\infty} \psi_{1,2} e^{i\vec{k}\vec{r}} d\vec{r} \right|^2$$

α определялось из выражения $\frac{\alpha^2 \hbar^2}{M} = 18 \text{ Мэв}^2$ (21).

Вероятность поглощения π^- - мезонов двумя нуклонами

$$W_a(k) = 4\pi \int_0^{\infty} N(k) k^2 dk$$

k - волновое число нуклонов.
 κ - волновое число π^- -мезонов.

Зависимость (этой вероятности) от энергии представлена на рис. 9 сплошной кривой. Кривая нормирована к экспериментальным данным при $E_{\pi} = 125 \text{ Мэв}$ (3). При $E_{\pi} = 230$ (5) Мэв и 270 Мэв (настоящая работа) известны $\sigma = \sigma_a + \sigma_n$. Из σ вычиталось сечение перезарядки, определенное по данным перезарядки π^- на свободном протоне. Это, конечно, грубая оценка. Как видно из рис. 9 теоретическая кривая достаточно хорошо отражает ход $\frac{\sigma_a}{\sigma_{\text{вс}}}$ с энергией. Позднее на рис. 9 были нанесены экспериментальные данные для поглощения π^- и π^+ в ядрах фотоэмульсий (22) и в результате можно сказать, что доля σ_a в $\sigma_{\text{вс}}$ падает с ростом энергии для всех ядер.

Из рис. 9 видно, что расхождение между экспериментальными данными и расчетными увеличивается с ростом энергии падающих π^- - мезонов. Это можно объяснить тем, что чем больше энергия π^- - мезонов, тем больше ^{вклад от} вероятность поглощения π^- - мезонов двумя нуклонами в ядре после предварительного рассеяния их на нуклонах ядра.

21) Brueckner, Eden and Francis, *Phys. Rev.* 98, 1445, 1955.

22) Bradner, Rankin, *Phys. Rev.* 87, 547 (1952); 87, 553 (1952)

Bernardini, Booth, Hederman, *Phys. Rev.* 83, 1075 (1951)

Suorish *Phys. Rev.* 90, 674 (1953)

Bernardini, *Phys. Rev.* 84, 610 (1951).

4. Полное сечение неупругого взаимодействия π^+ - мезонов на углероде.

Определенное полное сечение неупругого взаимодействия π^+ - мезонов на углероде равно

$$\sigma_{н.в.} = 296 \begin{matrix} +35 \\ -28 \end{matrix} \text{ мб}$$

Ошибка уменьшилась за счет уменьшения ошибки разделения. Полученное $\sigma_{н.в.}$ в пределах ошибок согласуется с $\sigma_{н.в.} = 272$ мб, вычисленным по оптической модели

$$\sigma_{н.в.} = \pi R^2 \left\{ 1 - \frac{[1 - (1 + 2\kappa R) e^{-2\kappa R}]}{2\kappa^2 R^2} \right\}$$

R - радиус ядра углерода, равный $3,2 \cdot 10^{-13}$ см

κ - коэффициент поглощения - $0,54 \cdot 10^{+13} \text{ см}^{-1}$,

а также со значением 300 мб, полученным из кривой "сечение неупругого взаимодействия - энергии" для углерода по данным работы⁷⁾.

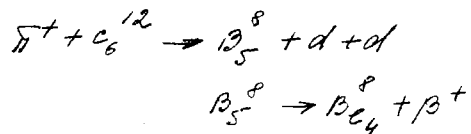
У. Некоторые интересные случаи взаимодействий π^+ -мезонов с углеродом.

Найдено 2 звезды с большим числом лучей - одна шестилучевая (рис. I0), другая семилучевая (рис. II). У шестилучевой звезды 3 луча большой энергии (~ 100 Мэв) и 3 луча малой энергии. Все лучи расположены довольно симметрично: углы между следами частиц большой энергии 110° , 123° и 118° . Угол между направлением одной из быстрых частиц и плоскостью, в которых лежат две другие, около 20° . Семилучевая звезда имеет 3 энергичных луча, но у нее лучи менее симметричны.

Из точки взаимодействия 3-ей звезды (рис. 12) вылетает позитрон. Кроме позитрона, звезда имеет 2 луча. Энергия позитрона

по пробегу > 4 Мэв (выходит из камеры), а грубая оценка по углу многократного рассеяния дала 15 Мэв.

Очевидно произошел ρ - распад ядра отдачи по схеме



Верхняя граница ρ - спектра для этого распада равна 13.7 Мэв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты, полученные при изучении взаимодействий π^+ мезонов с углеродом, сводятся к следующему:

1. Полученные полные и дифференциальные сечения упругого рассеяния π^+ мезонов на углероде при $E_\pi = 250 \div 270$ Мэв удовлетворительно согласуются с рассчитанными по оптической модели для коэффициента поглощения $\kappa = 0,54 \cdot 10^{-13}$ см и действительной части комплексного потенциала $\gamma = 30$ Мэв.

2. В угловом распределении π^+ по φ не наблюдалось асимметрии вправо-влево, полученной в работе²³⁾.

3. Сечение неупругого взаимодействия в пределах ошибок согласуется с вычисленным по оптической модели с

$$\kappa = 0,54 \cdot 10^{-13} \text{ см}^{-1} \quad \text{и} \quad \kappa = 1,4 \cdot 10^{-13} \text{ см} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ см}.$$

23. М.С. Козодаев, Р. Я. Суляев, Ч.А. Шербатов,
А.И. Филиппов, МЭТФ, 33, 4(10), (1957)

4. Полученное угловое распределение неупругого рассеяния π^+ мезонов на углероде подтверждает ранее высказанное другими авторами заключение о том, что взаимодействие π^- - мезонов со сложными ядрами происходит в результате их взаимодействия с отдельными ядерными нуклонами и что число взаимодействий в ядре углерода невелико.

5. Отношение $\sigma_{\text{абс}}/\sigma_{\text{эф}}$ для углерода меньше, чем таковое для меньших энергий π^- - мезонов, что согласуется с уменьшением вероятности поглощения π^- - мезонов двумя нуклонами с ростом энергии π^- -мезонов. Для других сложных ядер тоже наблюдается уменьшение $\sigma_{\text{абс}}/\sigma_{\text{эф}}$.

Авторы выражают благодарность проф. В.П.Джелепову за предоставленную возможность работы на ускорителе Лаборатории ядерных проблем, Р.М.Суляеву, Ю.А.Щербакову, А.И.Филиппову и Л.Парфенову за помощь в проведении эксперимента, группе лаборантов под руководством И.А.Ивановской за помощь в обработке результатов.

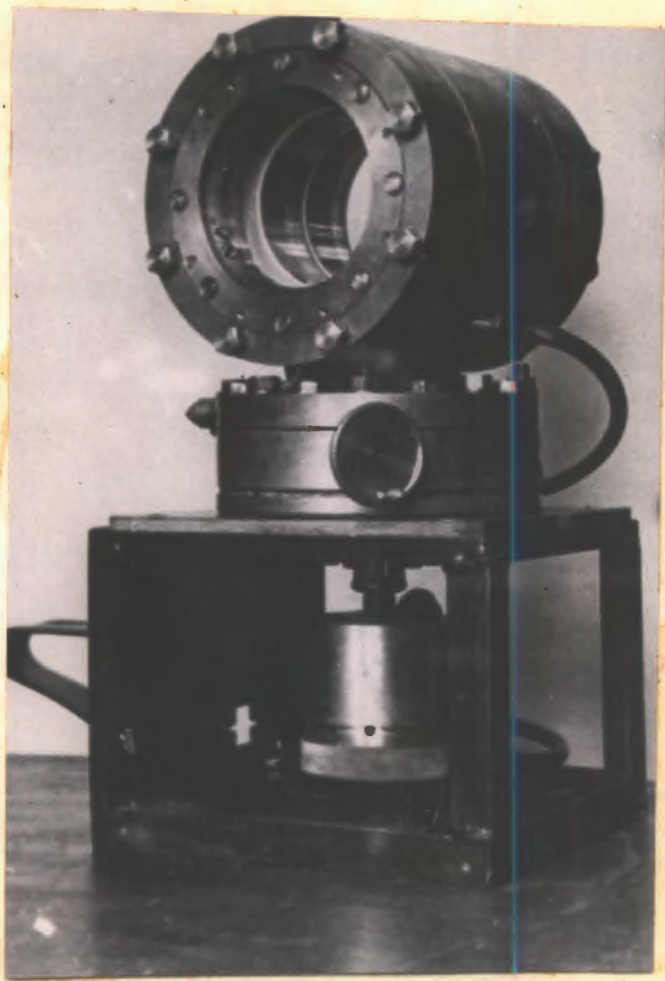


Рис. 1.

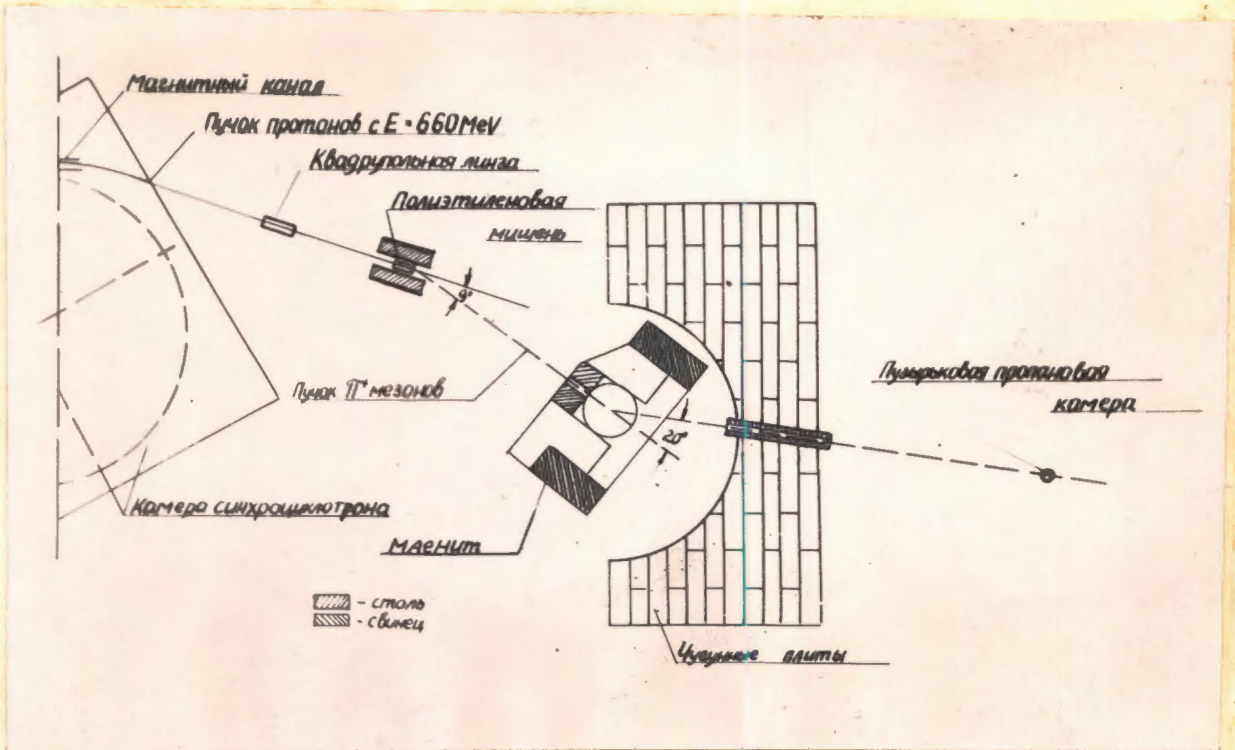
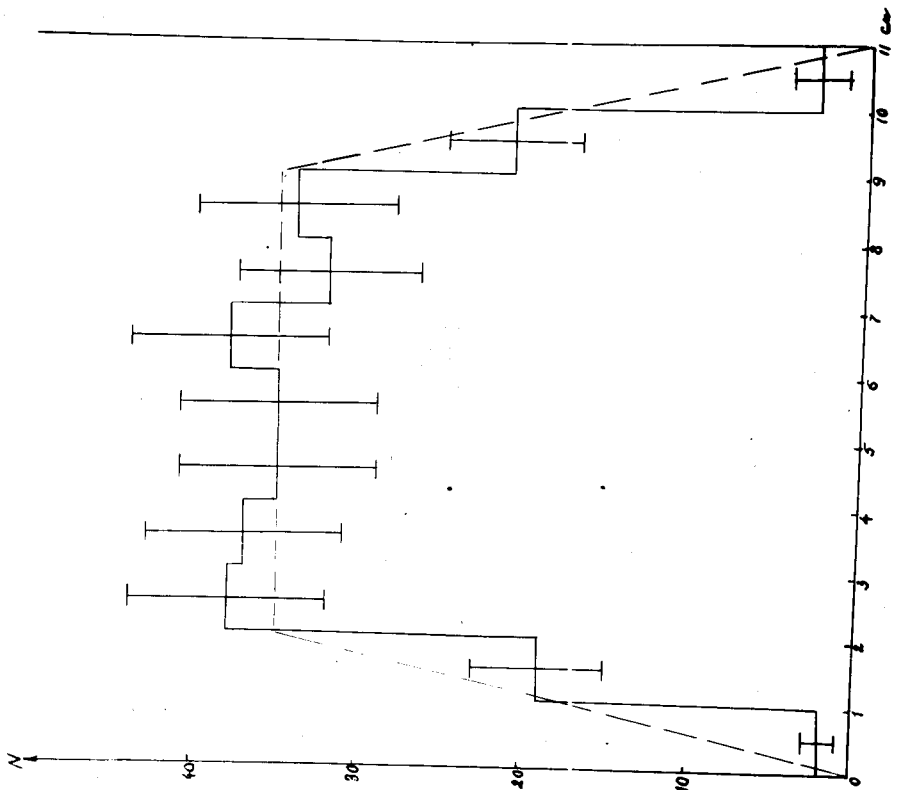
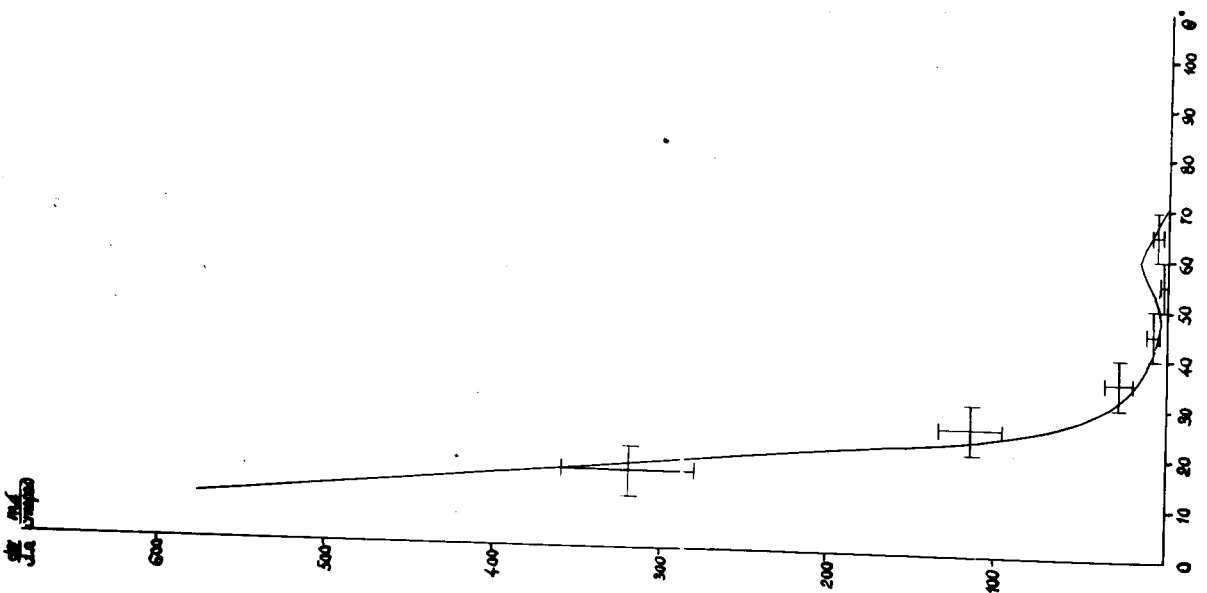


Рис. 2.

u-28215



Дис. 3.



Дис. 4.

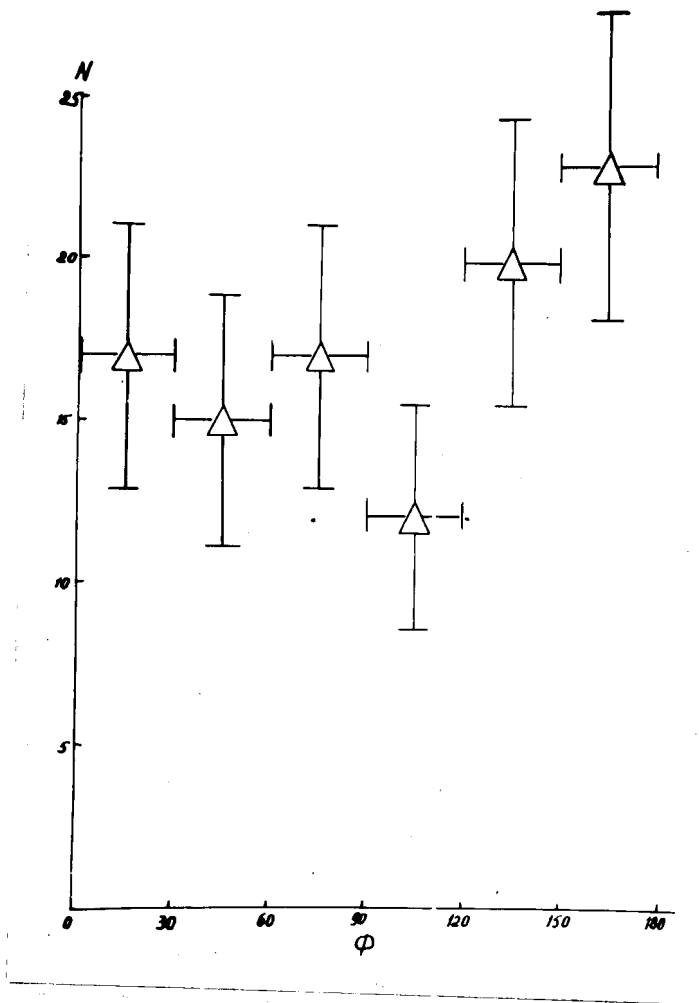
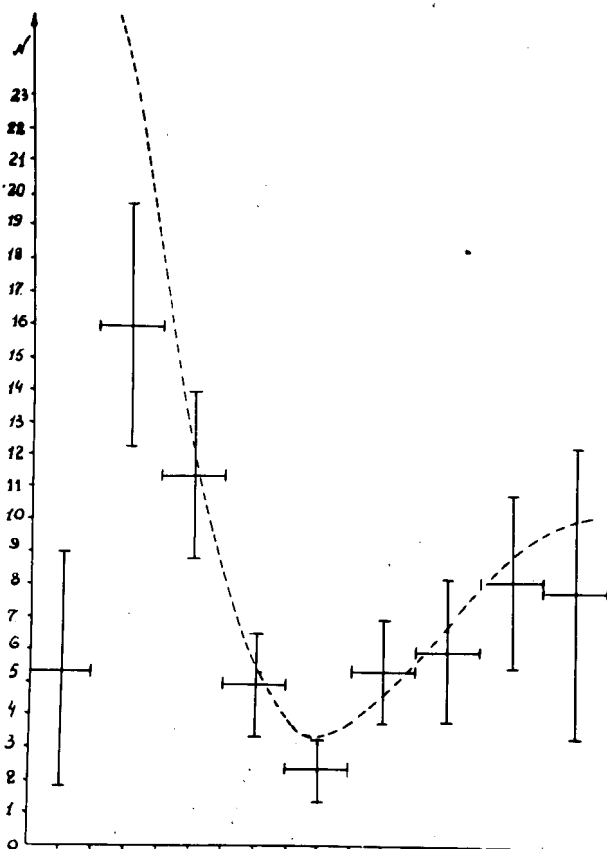


Рис. 5.



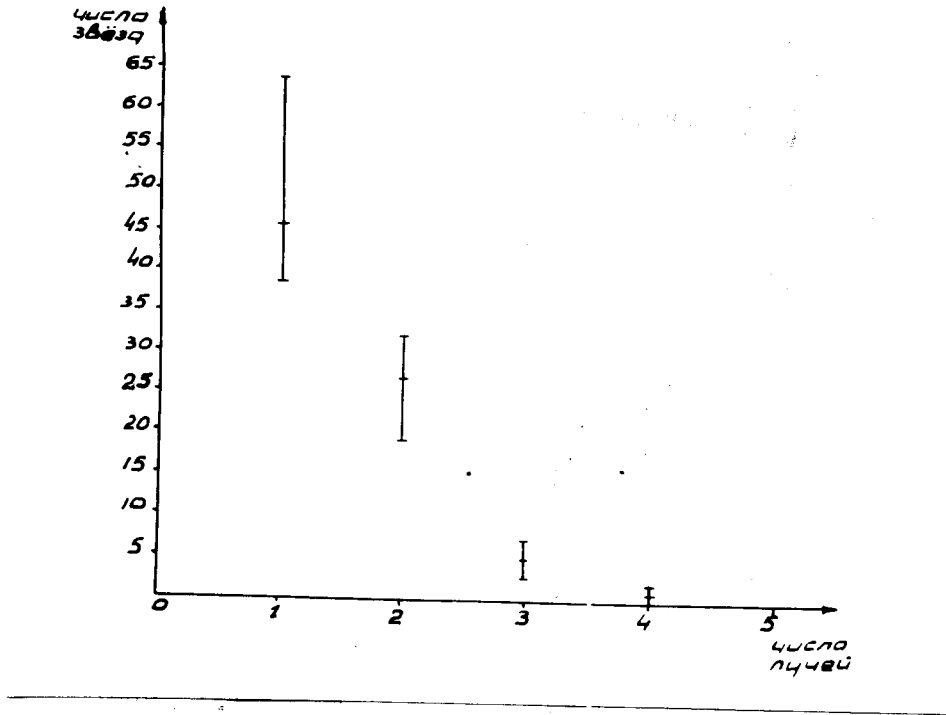


Рис. 7.

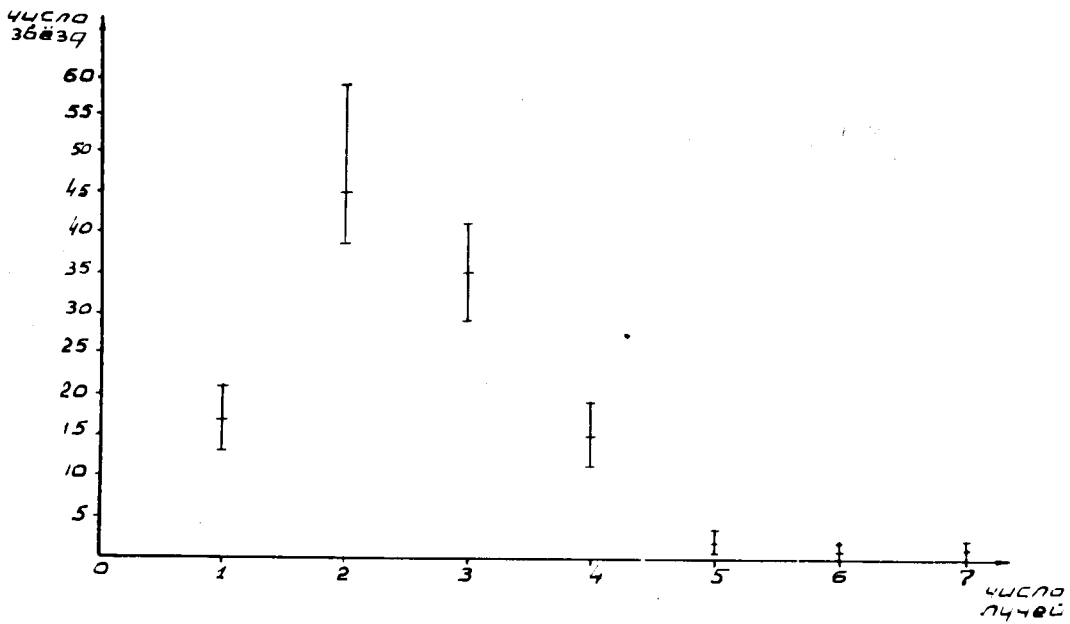


Рис. 8.

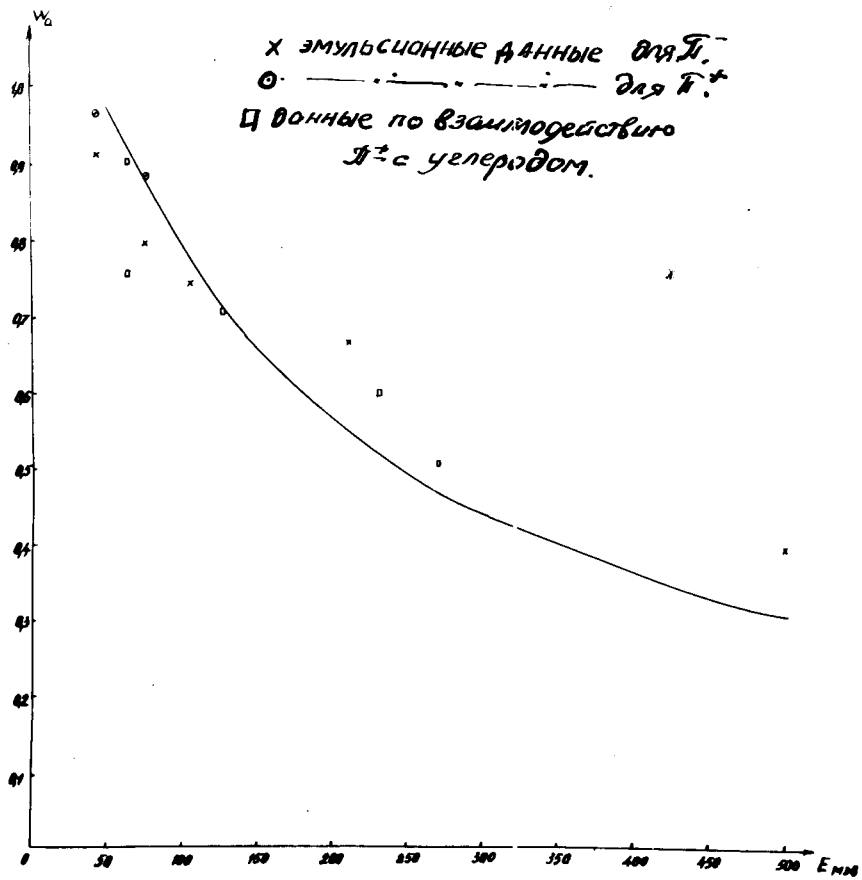


Рис. 9

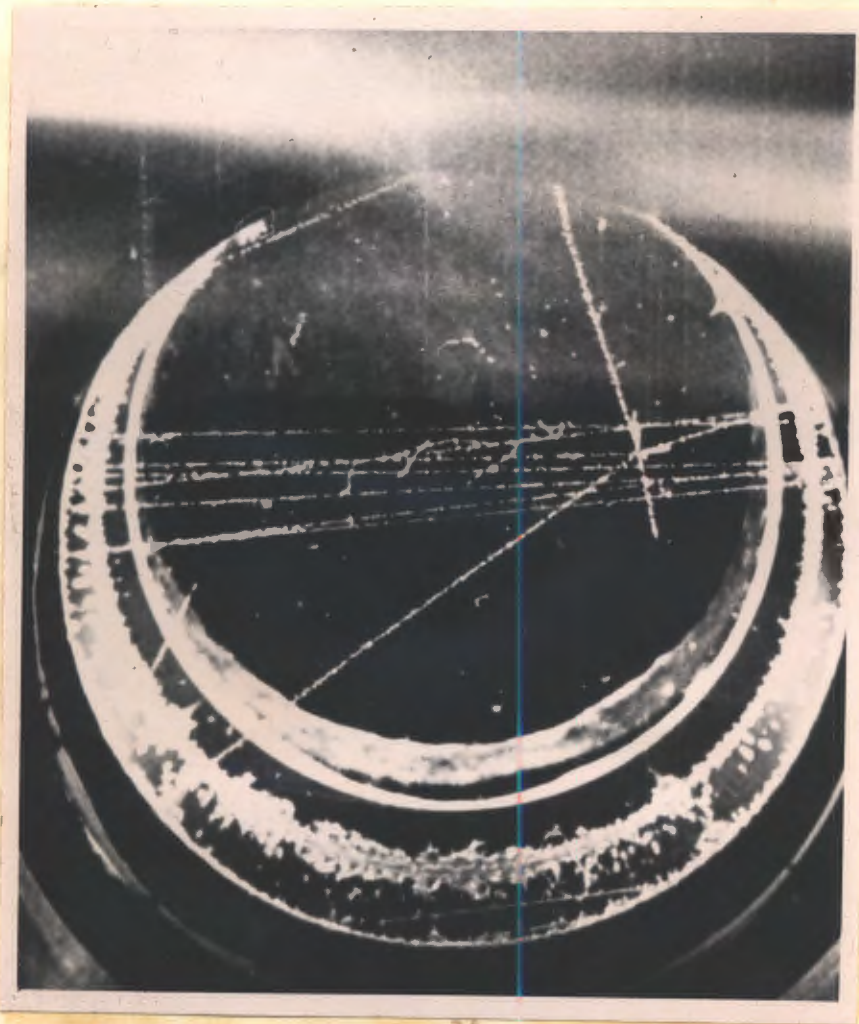
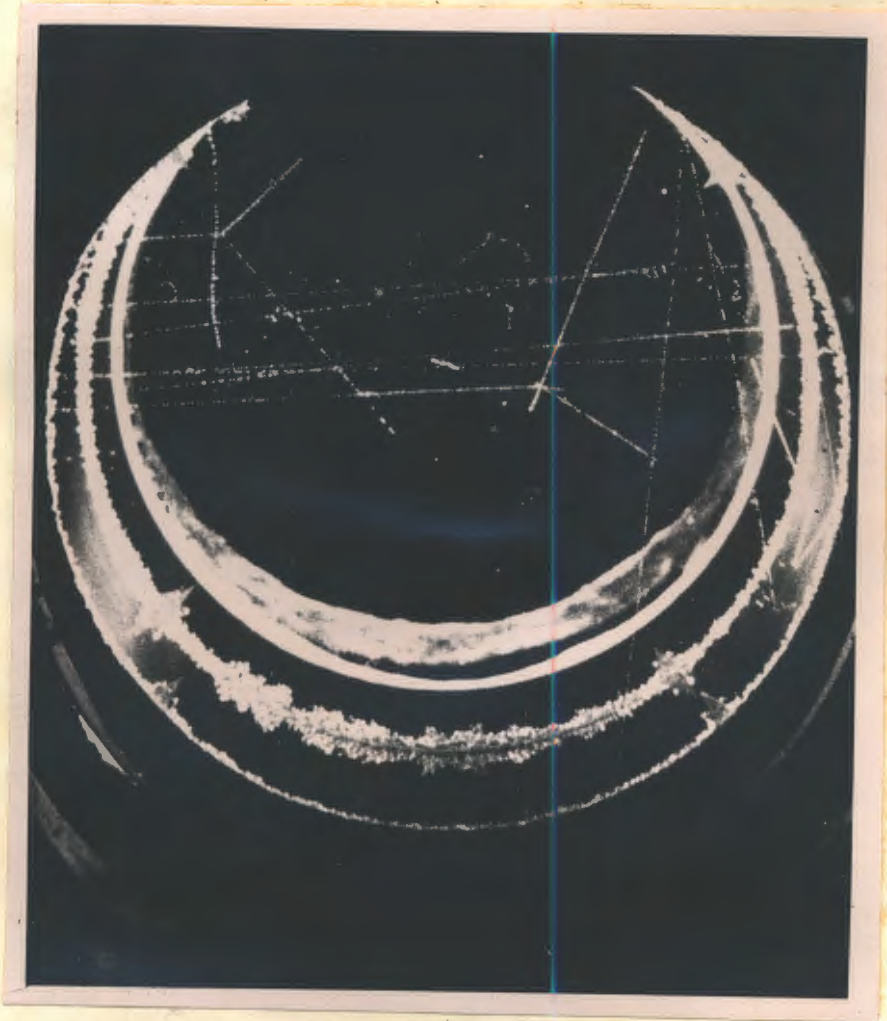


Рис. 10.



Pluc. 11.



Рис. 12.