

О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ p - p В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ 30-700 Γ эв

В.А.Лжбинов

В настоящее время существует целый ряд фундаментальных проблем [1], решающий ответ на которые можно получить лишь при исследовании элементарных процессов при энергиях, достигающих сотен и тысяч Γ эв.

В работе рассматривается возможность изучения упругого pp -взаимодействия в интервале энергий 30-700 Γ эв с использованием первичных протонов космического излучения.

1. **Идея эксперимента.** Из кинематики упругого pp -рассеяния при больших энергиях ($E \gg 30 \Gamma$ эв) и малых переданных импульсах (4-импульс $|t| \lesssim M^2$) могут быть получены простые формулы, связывающие углы рассеяния протонов с импульсом первичного протона и переданным 4-импульсом t :

$$-t \cong p_{\perp}^2 = 4M^2 \operatorname{tg}^2 \theta, \quad p \cong \frac{p_{\perp}}{\phi} = \frac{2M \operatorname{tg} \theta}{\phi},$$

где ϕ и θ — соответственно, углы рассеянного вперед протона и протона отдачи, p_{\perp} — поперечный импульс и M — масса протона ($\hbar = c = 1$).

Таким образом, если известно, что: 1) первичной частицей является протон, 2) протон мишени покоится (мишень H_2), 3) в конечном состоянии — только две частицы, то, измеряя углы рассеяния ϕ и θ , можно определить сечение упругого pp -рассеяния $d\sigma/dt$, предполагая известным поток первичных частиц, и определить энергию (импульс) протона, испытавшего акт рассеяния.

2. Экспериментальная установка для исследования pp -взаимодействия при энергиях 20-700 Гэв. Исследование pp -взаимодействия предполагается проводить на установке, изображенной на рис.1. Основные данные ус-

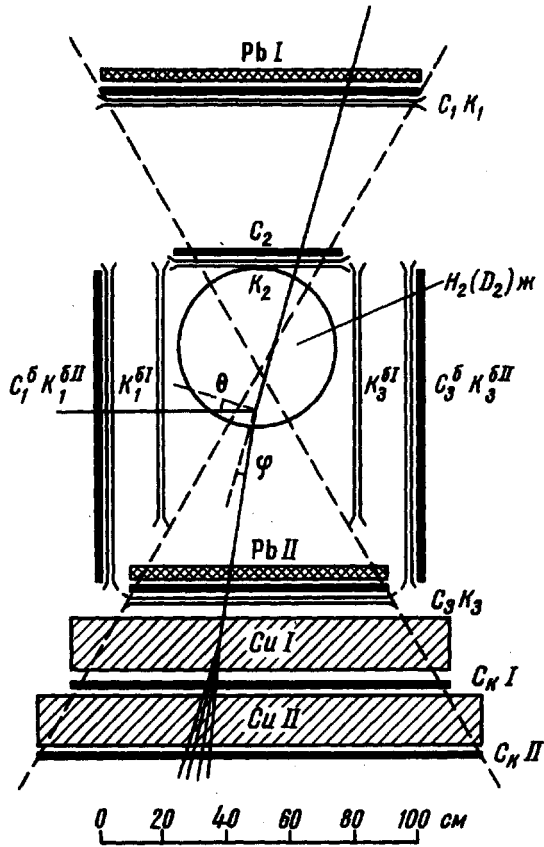


Рис.1. Установка для исследования pp -взаимодействия: $C_{1,2,3}$ - сцинтилляционные счетчики телескопов; $C_{1,2,3,4}^б$ - боковые сцинтилляционные счетчики; $C_{1,2}^к$ - сцинтилляционные счетчики ионизационного калориметра [2]; $K_{1,2,3}$ - нитяные искровые камеры (шаг нитей 1 мм) телескопа; $K_{1,2,3,4}^{бI}$ и $K_{1,2,3,4}^{бII}$ - боковые искровые камеры; $Pb I, Pb II$ - свинцовые фильтры толщиной 4 радиационные единицы каждый; $Cu I, Cu II$ - медные фильтры толщиной 170 г/см² каждый

тановки следующие: светосила - 1800 см². стер, эффективная длина мишени - 3 г/см² H₂, габариты - 2×1,4×1,4 м, вес ≈ 8,5 т, площадь счетчиков - 11,5 м², площадь искровых камер - 7,5 м².

3. Исследование упругого pp -рассеяния. Запуск установки для регистрации упругого pp -рассеяния осуществляется управляющим импульсом, который вырабатывается в результате совпадения сигналов в комбинации счетчиков

$$C_1(< 2) + C_2(< 2) + C_3(< 2) + C_{a(a=1,2,3,4)}^\delta + \sum_{\beta=1}^z C_\beta^k(> E_0).$$

Амплитуды сигналов счетчиков C_1, C_2, C_3 не должны превышать значения, соответствующего прохождению частицы с 2-х кратной ионизирующей

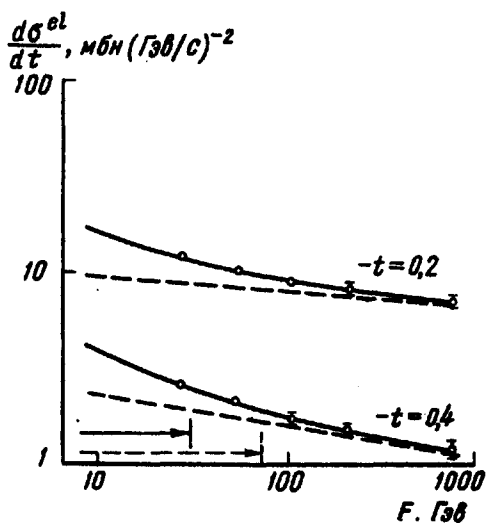


Рис.2. Предполагаемая зависимость $d\sigma/dt$ от энергии упругого pp -рассеяния. Точка с пределами — ожидаемая точность измерения сечения. Сплошные кривые — теоретические кривые, вычисленные по трехполюсной модели в теории комплексных моментов [3]. Пунктиром обозначены теоретические зависимости сечения, определяемого одним вакуумным полюсом Померанчука. Сплошной стрелкой указана исследованная к настоящему времени область сечений. Пунктирная стрелка соответствует интервалу энергий, строящегося ускорителя в Серпухове на 70 Гэв

способностью. Тем самым предотвращается возможность запуска установки α -частицами или другими ядрами космического излучения, поскольку ионизирующая способность ядер $\approx Z^2$. По тем же причинам уста-

новка выключает электроны, которые дают ливни в свинцовых фильтрах I и II общей толщиной 8 рад.длин. Таким образом, осуществляется выделение протон-протонного взаимодействия. Суммарная амплитуда в счетчиках калориметра C_k превышает некоторое значение, соответствующее энергосвободению при взаимодействии в веществе калориметра протона с энергией ≈ 20 Гэв. Управляющий импульс осуществляет запуск искровых камер, в которых регистрируются треки частиц. Кроме того, производится измерение суммарной амплитуды импульсов в счетчиках калориметра C_k . В каждой из камер допускается прохождение лишь одной из частиц. Продуктами взаимодействия могут быть только две заряженные частицы. Координаты треков частиц, измеренные с помощью искровых камер, позволяют найти угол θ протона отдачи с точностью $\delta\theta = 5 \times 10^{-3}$ (а, следовательно, $\delta|t| = 10^{-2} (\text{Гэв}/c)^2$), угол рассеяния первичного протона ϕ с точностью $\delta\phi = 1,8 \cdot 10^{-3}$ (отсюда среднее значение предельного импульса $P_{\max} \approx 300 \text{ Гэв}/c$). Требование отсутствия лишних проходов в искровых камерах (в частности в K_3) и ограничение амплитуд сигналов в счетчике C_3 практически исключает фон неупругих событий, связанных с рождением π^0 , или заряженных частиц. И, наконец, для определения сечения необходимо знать спектр протонов по энергиям. Для этой цели определяется поток протонов, проходящих установку с заданным энергосвободением в счетчиках калориметра:

$$C_1(<2) + C_2(<2) + C_3(<2) + \sum_{\beta=1}^z C_{\beta}^k(E) = N_p(E)$$

По случаям упругого рассеяния измерение энергии протонов в калориметре может быть сопоставлено с кинематическим способом измерения энергии и прокалибровано во всем диапазоне измеряемых энергий. Экспозицию установки предполагается проводить на первичных протонах космического излучения. Светосила установки позволяет наблюдать свыше 100 000 случаев упругого рассеяния за 10 (20) дней облучения в интервале $-t = 0,2 \div 0,4 (\text{Гэв}/c)^2$ и диапазоне энергий 25–750 Гэв (5 точек по энергии и 5 кривых по t через $0,04 (\text{Гэв}/c)^2$). Рис.2 иллюстрирует, с какой точностью предполагается произвести измерение $d\sigma/dt$ от энергии упругого pp -рассеяния за указанный выше период набора статистики.

Поступило в редакцию
17 ноября 1965 г.

Литература

- [1] И.Я.Померанчук. ЖЭТФ, 34, 723, 1958. Nature of Matter. Purposes of High Energy Physies. Brookhaven National Laboratory, Associated Universites, 1965; УФН, 86, 1965. К.Тер-Мартirosян. Взаимодействие при высокой энергии (теория комплексных моментов и эксперимент), препринт ИТЭФ № 417, М., 1966.
- [2] Н.Л.Григоров, В.С.Мурзин, И.Д.Рапопорт. ЖЭТФ, 34, 506, 1958.
- [3] Т.О. Binford, В.Р. Desai. Phys. Rev., 138, 1167, 1965.