

# Сотрудничество ФИАН – Mainz

**Состав коллаборации от ФИАН:** д.ф.-м.н., гнс Л.В. Фильков,  
к.ф.-м.н. внс В.Л.Кашеваров, нс С.Н. Черепня,  
вед. инж. В.М. Алексеев.

**Руководитель работ :** д.ф.-м.н., проф. Л.В. Фильков

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 1. Измерение поляризуемостей $\pi^+$ - мезона.

В рамках сотрудничества ФИАН – Институт ядерной физики университета г. Майнц (Германия) проведен эксперимент по исследованию радиационного фоторождения  $\pi^+$ -мезона на протоне ( $\gamma p \rightarrow \gamma \pi^+ n$ ) с целью определения поляризуемостей заряженного пиона. Эксперимент был проведен на микротроне МАМІ-В, используя Глазго-Майнц установку меченых фотонов. Пучок монохроматических фотонов с интенсивностью  $\sim 0.6 \times 10^6 \gamma / \text{сек}$  покрывал область энергий от 537 до 817 МэВ. Среднее разрешение по энергии было 2 МэВ. Конечный фотон,  $\pi^+$ -мезон и нейтрон регистрировались на совпадение установкой, изображенной на Рис. 1.

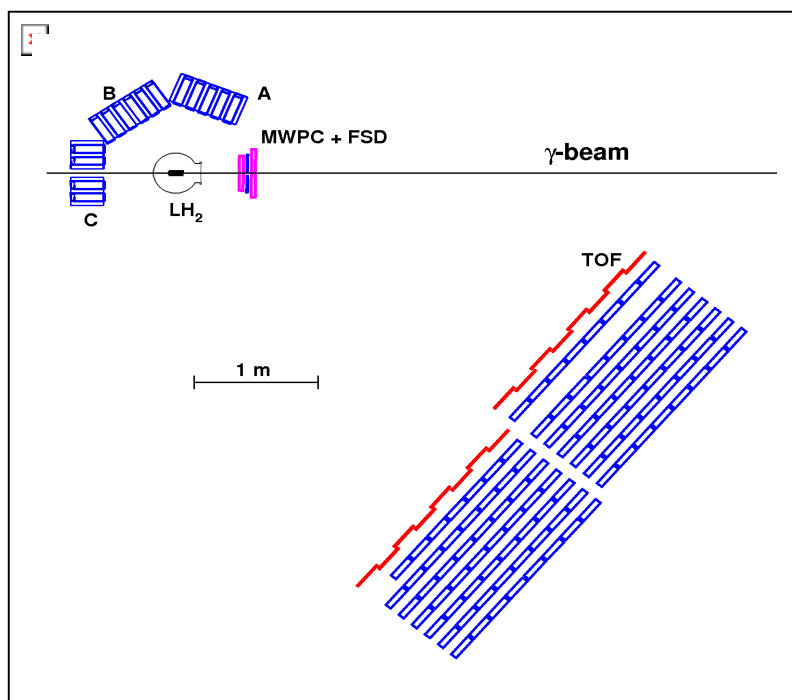


Рис. 1

Фотоны детектировались спектрометром TAPS, состоящим из 528 кристаллов  $\text{BaF}_2$ , собранных в специальную конфигурацию из трех блоков. Нейтроны детектировались широкоапертурным время-пролетным спектрометром TOF. Для регистрации  $\pi^+$ -мезона были сконструированы две двух-координатные многопроволочные камеры (MWPC) и сцинтилляционный форвард детектор (FSD), которые обеспечивали быстрый триггер-сигнал.

Значения разности электрической и магнитной дипольных поляризуемостей  $\pi^+$ -мезона ( $(\alpha-\beta)_{\pi^+}$ ) были определены из сравнения экспериментальных данных с предсказаниями двух

различных теоретических моделей. В первой из этих моделей учитывался только вклад всех нуклонных и пионных полюсных диаграмм. Во второй модели дополнительно учитывались вклады резонансов:  $\Delta(1232)$ ,  $P_{11}(1440)$ ,  $D_{13}(1520)$ ,  $S_{11}(1535)$  и  $\sigma$ -мезона.

Для уменьшения модельной зависимости рассматривались только кинематические области, где разность между предсказаниями моделей 1 и 2 не превышает 3%, когда разность  $(\alpha-\beta)_{\pi^+}$  полагается равной 0.

Сначала рассматривалась кинематическая область, где вклад поляризуемостей пиона пренебрежимо мал, т.е. область  $1.5\mu^2 \leq s_1 < 5\mu^2$  (где  $s_1$  – квадрат полной энергии в с.ц.м. процесса  $\gamma + \pi^+ \rightarrow \gamma + \pi^+$ ,  $\mu$  – масса  $\pi^+$ -мезона). На Рис. 2 экспериментальные данные для поперечного сечения, усредненные по полному интервалу энергий налетающего фотона и по  $s_1$  в указанном выше интервале, сравниваются с предсказаниями модели-1 (штриховая кривая) и модели-2 (сплошная кривая). Пунктирная кривая представляет фит экспериментальных данных в области  $-10\mu^2 < t < -2\mu^2$  (где  $t$  – квадрат передаваемого импульса в процессе  $\gamma p \rightarrow \gamma \pi^+ n$ ). Как видно из этого рисунка, теоретические кривые очень близки к

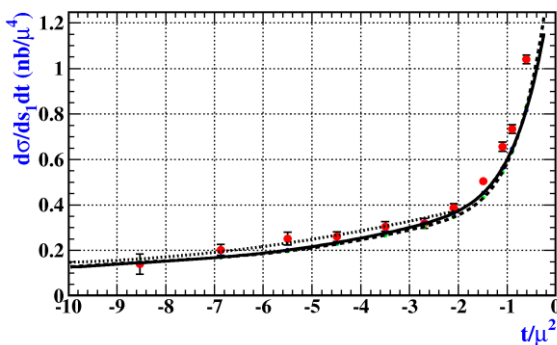


Рис. 2

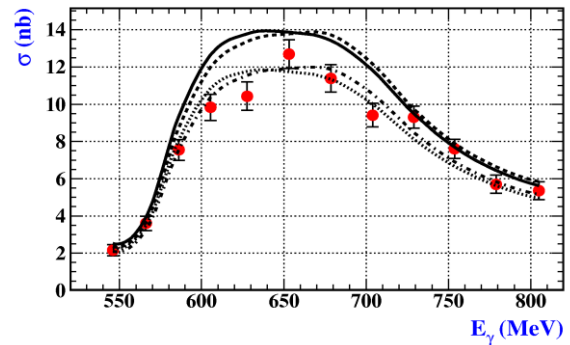


Рис. 3

экспериментальным данным. Небольшая разница между теоретическими кривыми и экспериментальными данными были использованы для нормировки экспериментальных данных.

Затем исследовалась кинематическая область, где вклад поляризуемости наибольший. Это область:  $5\mu^2 < s_1 < 15\mu^2$ ,  $-12\mu^2 < t < -2\mu^2$ . На Рис. 3 приведено поперечное сечение исследуемого процесса, проинтегрированное по  $s_1$  и  $t$  в области, где вклад поляризуемостей наибольший, а разность между предсказаниями моделей 1 и 2 не превышает 3%. Штриховая и штрихпунктирная кривые представляют предсказания модели-1, а сплошная и пунктирная кривые – модели-2 для  $(\alpha-\beta)_{\pi^+} = 0$  и  $14 \times 10^{-4} \text{ fm}^3$ . Из анализа этих данных было получено следующее наиболее точное значение для разности дипольных поляризуемостей заряженных пионов:

$$(\alpha-\beta)_{\pi^+} = 11.6 \pm 1.5_{\text{stat}} \pm 3.0_{\text{syst}} \pm 0.5_{\text{mod}}.$$

Полученные результаты опубликованы в Eur. Phys. J. A 23, 113 (2005).

Найденные значения для разности поляризуемостей заряженных пионов согласуются с результатами ранних работ, полученных из рассеяния высоко энергичных  $\pi^-$ -мезонов в кулоновском поле тяжелых ядер (Серпухов – ИФВЭ (1983)) и из радиационного фоторождения  $\pi^+$ -мезонов на протоне (ФИАН (1984)), а также с недавним результатом анализа экспериментальных данных процесса  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$  в области энергий от порога до 2500 МэВ (L.V. Fil'kov, V.L. Kashevarov, Phys. Rev. C 73, 035210 (2006)). Все эти значения хорошо согласуются с предсказаниями дисперсионных правил сумм (L.V. Fil'kov, V.L. Kashevarov, Phys. Rev. C 72, 035211 (2005)), однако они существенно отличаются от результатов вычислений в рамках киральной теории возмущений (Gasser *et al.*, Nucl. Phys. B 745, 84 (2006)), которая претендует на роль теории сильных взаимодействий при малых энергиях.