

# ПАЙНУК: исследование взаимодействий пионов с ядром ${}^4\text{He}$ при энергии пучка ниже $\Delta$ -резонанса

(тема: Физика лёгких мезонов)

Финансирование ПАЙНУК прекратилось в 2015 г.

В 2016-2017 гг. эксперимент ПАЙНУК продолжал работу по обработке и анализу имеющихся данных по  $\pi^{\pm}{}^4\text{He}$ -взаимодействию, полученных с помощью самошунтирующейся стримерной камеры для извлечения информации по различным каналам трёхлучевых событий (Рис. 1). Работа также шла по улучшению параметров пионного пучка с энергией около 100 МэВ фазотрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Наши последние результаты были доложены на Конгрессе Итальянского физического общества в сентябре 2014 г.

Наш анализ относительно малой статистики (250) "хороших" событий, т.е. событий с длинными, хорошо измеряемыми, треками продуктов реакции, выявил существенную разницу между относительными вероятностями каналов реакции, наблюдаемых в событиях  $\pi^{-}{}^4\text{He}$  и  $\pi^{+}{}^4\text{He}$  взаимодействий (см. Таблицу 1). Это по-видимому связано со значительной разностью между сечениями реакций положительных и отрицательных пионов с протонами. По этой причине реакции с отрицательными пионами, в которых рождаются положительно заряженные вторичные частицы, менее вероятно идут через образование  $\Delta$ -резонанса в отличие от реакций с положительными пионами. Частицы в конечном состоянии реакции идентифицировались по яркости треков ( $\text{Br}\cdot p^2 \propto m$ ), а также по кинематике реакции. Отношение масс двух вторичных заряженных частиц в основном оказывалось близкой к единице, из чего следовало, что эти две частицы должны были быть одинаковыми, т.е. дейтонами. Возможность рождения двух дейтонов также подтверждается энергетически:  $m_{\Delta} + m_H > m_{\pi} + 2 \cdot m_D$ . Мы также получили оценку массы  $\Delta^0$ -резонанса по  $\pi^{-}p^3\text{H}$ - и  $\pi^{-}ppp$ -событиям, и она оказалась равной  $m_{\Delta^0} = 1132 \pm 32$  МэВ в согласии с величиной, полученной ранее по двухлучевым событиям: ( $m_{\Delta^0} = 1160 \pm 5$  МэВ, см. Eur. Phys. J. A 34, 255-269 (2007)).

Мы надеемся со временем продолжить анализ всех четырёх составляющих  $\Delta_{33}$ -резонанса на основе наблюдения и измерения событий  $\pi^{\pm}{}^4\text{He}$ -взаимодействия, используя одну и ту же экспериментальную установку, а именно самошунтирующуюся стримерную камеру, наполненную гелием при атмосферном давлении в магнитном поле. Дело в том, что компонента  $\Delta^{-}$  всё ещё не чётко идентифицирована (см. "Particle Data"), хотя измерения инвариантной массы  $\pi^{-}n$  были выполнены в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ ещё в 1970 г. Блохинцевой и др. (см. ЯФ 11(1970)387, 12(1970)101).

Поскольку установка СТРИМЕР находится в рабочем состоянии, а к настоящему времени измерено примерно 20% событий  $\pi^{\pm}{}^4\text{He}$  взаимодействий, полученных при энергии падающих пионов, равной 106 МэВ, наши дальнейшие планы включали бы следующее:

- Поддержание установки СТРИМЕР в рабочем состоянии.
- Дальнейшее измерение событий реакций  $\pi^{\pm}{}^4\text{He}$ ; анализ данных.
- Увеличение интенсивности пучка пионов фазотрона от  $10^3 \div 10^4 \pi/s$  примерно на порядок для набора статистики ( $\geq 10^4$ ) событий взаимодействий  $\pi^{\pm}{}^4\text{He}$  за разумный промежуток времени.
- В дальнейшем, набор данных, т.е. проведение экспозиций на пионных пучках Фазотрона ОИЯИ при разных энергиях пионов (потребуется финансирование).

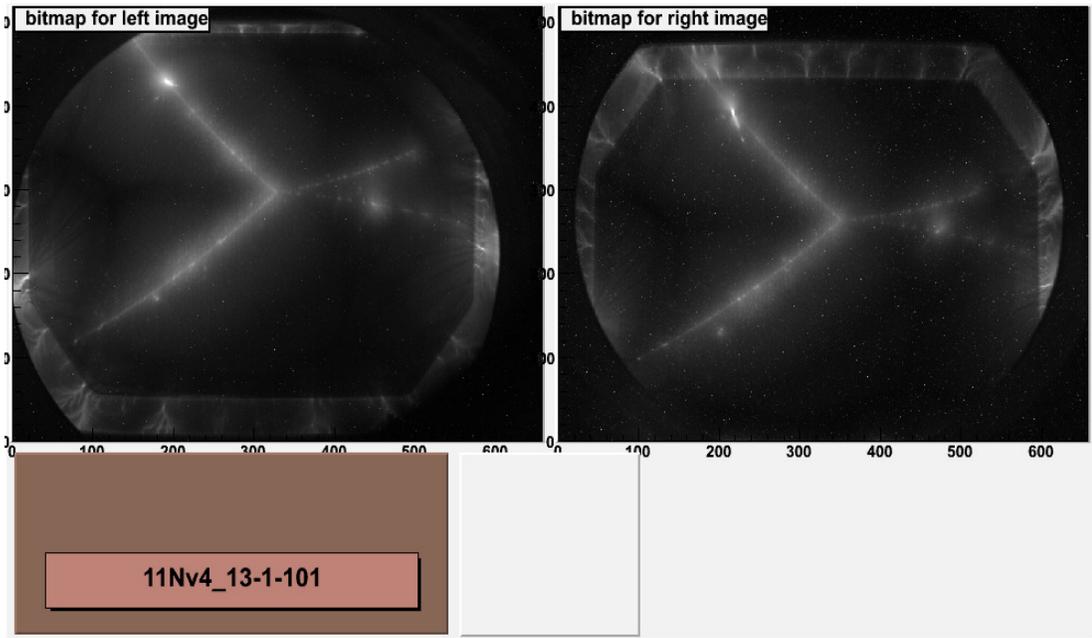


Рис. 1: Видеоизображение трёхлучевого события  $\pi^4\text{He}$  взаимодействия. Треки падающего (нижний трек справа) и рассеянного (назад) пионов чётко отличаются от треков сильно ионизирующих вторичных частиц.

Таблица 1: Относительные вероятности каналов  $\pi^{\pm 4}\text{He}$  взаимодействия, полученных в диффузионной камере ( $\pi^+$ , 1980) и в самошунтирующей стримерной камере ( $\pi^-$ , 2017)

	Дифф.кам.: 15 атм $^4\text{He}$ $\pi^+$ , 120 МэВ	Стрим.кам.: 1 атм $^4\text{He}$ $\pi^-$ , 106 МэВ
продукты реакции		
$\pi^{\pm}\text{pt}$	0.66	0.34
$\pi^{\pm}\text{dd}$	–	0.43
$\pi^{\pm}\text{ppnn}$	0.34	0.09
$\pi^{\pm}\text{pdn}$	–	0.13

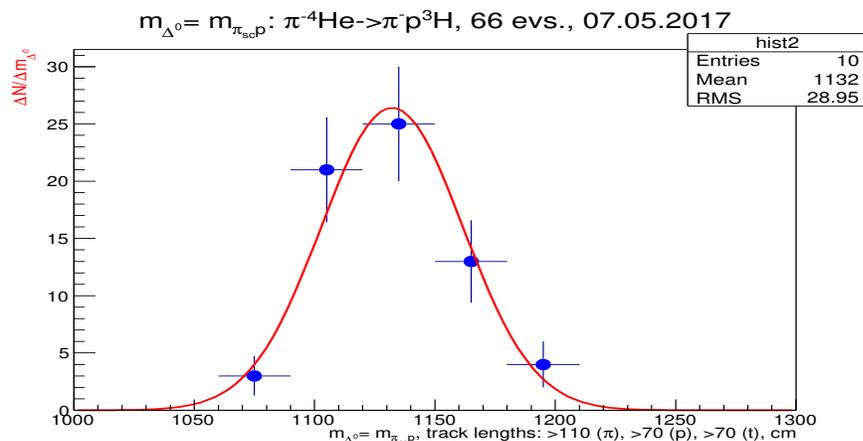


Рис. 2: Инвариантная масса  $\pi^-p$ , т.е. масса  $\Delta^0$ -резонанса:  $m_{\Delta^0} = 1132 \pm 29$  МэВ.