

Рецензия на проект Странность в нуклоне и в ядрах (проект ГиперНИС)

Участие ОИЯИ в исследованиях гиперядер началось в далёком 1963 году, когда М.Подгорецкий предложил реакцию передачи странности в ядро-мишень без отдачи. Ввиду того, что положение Λ в ядре не ограничено принципом запрета Паули, гиперон служит своеобразным клеем, увеличивающим стабильность ядра. Изучение свойств нейтроноизбыточных гиперядер представляет большой интерес, прежде всего, для теории внутриядерных нуклон-нуклонных взаимодействий: нейтронного гало, ΛN -взаимодействий, включая $\Lambda N - \Sigma N$ и зависящее от спина взаимодействие ΛN и т.д. Кроме того, эти исследования, интересны в астрофизических исследованиях. Не раз обсуждалось, что гипероны в ядерном веществе высокой плотности играют значительную роль, определяя максимальную массу и тепловую и структурную эволюцию нейтронных звезд и черных дыр. Именно, при наличии гиперонов в нейтронной звезде уравнение состояния допускает большее сжатие ядерной материи чем без гиперонов.

Гиперядерная программа в Дубне была начата в 1988 году с исследования рождения и распада легких гиперядер. Было показано, что подход, при котором импульс гиперядер, образующихся в пучках релятивистских ионов, близок к импульсу пучковых ядер, оказался весьма эффективным для измерения времен жизни и сечений рождения. Релятивистское гиперядро, проходящее через детектор, дает дополнительные возможности изучения из-за более простого триггера, хорошей идентификации гиперядер и минимизации систематических ошибок. Особый интерес к этому исследованию обусловлен отсутствием достоверных данных о свойствах ${}^6_\Lambda H$ и противоречивых теоретических предсказаниях, которые сильно зависят от используемой теоретической модели. В этом же эксперименте будут изучаться времена жизни и сечения рождения гиперядер ${}^4_\Lambda H$ и ${}^3_\Lambda H$, которые могут быть использованы как «контрольные точки» для подтверждения образования и распада ${}^6_\Lambda H$.

Спектрометр HyperNIS для поиска гиперядер с пучком ${}^7\text{Li}$ содержит углеродную мишень, мониторы пучка, три типа триггерных счетчиков, вакуумный распадный объем длиной 55см, анализирующий магнит 0.6Т, четыре блока пропорциональных камер, которые являются основными трековыми детекторами, RPC-TOF, SciHe (сцинтилляционный счетчик для подтверждения регистрации ядер He). Оригинальный и очень чувствительный триггер на двухчастичный распад гиперядер с образованием отрицательного пиона является ключевым для этого подхода. В будущем на спектрометре будут добавлены две системы детекторов. Волоконный сцинтилляционный детектор высокого разрешения обеспечит лучшие возможности для трекинга, а четыре Черенковских счетчика с кварцевым радиатором позволят повысить избирательность триггера.

Согласно Монте-Карло моделированию и экспериментальным тестам ожидаемое подавление фоновых событий на уровне 10^4 . Было бы интересно набрать данные с тяжелыми ионами (пучками C, Ar) при настройке триггера на регистрацию ${}^6_\Lambda H$ для экспериментальной оценки количества фальшивых ${}^6_\Lambda H$ гиперядерных событий, которые могут быть использованы для оценки систематических ошибок в измерении рождения гиперядер в пучке ${}^7\text{Li}$. Также необходимо более детальное моделирование и оценка систематических ошибок.

Изучение свойств самых легких гиперядер является актуальной темой ядерной физики и имеет большое научное значение. Пучки Нуклотрона являются подходящими для исследования таких задач. Сейчас в ОИЯИ есть сильная группа, которая включает более 25 ученых и инженеров для обеспечения настоящего и будущего (до 2023 года) ОИЯИ в этой важной области науки. Соотношение финансового запроса проекта и его научной программы вполне разумно.

Я рекомендую утвердить проект для реализации в ОИЯИ с первым приоритетом.

Л.Г.Ткачёв, доктор физ.-мат. наук