

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, профессора Владимира Георгиевича Недорезова о диссертации Маматкулова Кахрамона Зиядуллаевича «Исследование когерентной диссоциации ядра ^{10}C при энергии 1.2 ГэВ на нуклон», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц

Работа Маматкулова Кахрамона Зиядуллаевича посвящена экспериментальному изучению кластерной структуры ядра ^{10}C в реакциях когерентной диссоциации. Изучено образование возможных конфигураций фрагментов, включая нестабильные ядра ^8Be и ^9B . Обнаружены редкие события диссоциации, указывающие на существование в ядре ^{10}C примеси глубоко связанных кластерных состояний $^7\text{Be} + ^3\text{He}$ и $2^3\text{He} + ^4\text{He}$. Уникальность эксперимента, выполненного в рамках проекта БЕККЕРЕЛЬ на вторичном пучке релятивистских ядер нуклотрона ОИЯИ определяется рекордным углом разрешения, которое обеспечено благодаря применению ядерно-эмульсионного метода. В практическом плане выполненный физический анализ событий когерентной диссоциации ядер углерода в ЯЭ дал подтверждение правильности формирования вторичного пучка, обогащенного именно изотопом ^{10}C , что дает основания для его применения в электронных экспериментах на нуклотроне ОИЯИ. Таким образом, актуальность работы, ее новизна и практическое значение не вызывают сомнения.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы,

Во Введении формулируются цели работы, представлена методология и дан обзор предшествующих работ. Сформулирован план настоящего исследования.

В Главе 1 приведены данные о зарядовой топологии периферической фрагментации ядра ^{10}C . Эксперимент выполнен на пучке ядер ^{12}C с энергией 1.2·А ГэВ на нуклотроне ОИЯИ. На вторичном пучке изотопа ^{12}N облучена стопка из 15 слоев ядерной эмульсии. Изучена зарядовая топология 227 «белых» звезд, созданных ядрами углерода.

Глава 2 посвящена измерениям полярных и азимутальных углов вылета релятивистских фрагментов He и H. Проведены независимые измерения углов разлета фрагментов в 184 «белых» звездах $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$ и проведено их сравнение с данными для «белых» звезд $^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha$, играющими в данном случае роль репера. Показано, что как и в случае ^9Be , доминируют α -пары с узкими и широкими углами разлета, соответствующими распадам ядра ^8Be из 0^+ и 2^+ состояний с равными вероятностями. Зарегистрированы 10 случаев рассеяния узких α -пар как целого на «большие углы», которые интерпретируются как образование и рассеяние ядер ^8Be . Корреляции α -пар по азимутальному углу разлета имеют тот же характер, что и для ^9Be и определяются в основном распадами ядер ^8Be из 0^+ и 2^+ состояний.

Глава 3 посвящена реконструкции распадов нестабильных ядер и редким событиям. Выполнен анализ распределений по инвариантной массе троек и пар фрагментов из 184 «белых» звезд $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$. Для 57 троек $2\alpha + p$ установлено их образование через распады ядер ^9B . Реконструкция

идентификация релятивистского ядра ${}^9\text{B}$ выполнена впервые. Случаи образования ядер ${}^8\text{Be}$ полностью соответствуют каскадному процессу ${}^{10}\text{C} \rightarrow {}^9\text{B} \rightarrow {}^8\text{Be}_{g.s.}$. Сделан вывод о том, что в структуре ядра ${}^{10}\text{C}$ с вероятностью около $(30 \pm 4) \%$ проявляется ядро ${}^9\text{B}$, а ядро ${}^8\text{Be}$ в основном состоянии 0^+ проявляет себя только как компонента ${}^9\text{B}$. Распределение по поперечному импульсу ядер ${}^9\text{B}$ описывается распределением Релея с параметром $(92 \pm 15) \text{ МэВ}/c$. Эта величина соответствует статистической модели. 10 случаев образования ядер ${}^9\text{B}$ фрагментации ${}^{10}\text{C}$ интерпретируются как рассеяние ядра ${}^9\text{B}$ на тяжелом ядре мишени.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы. Среди важных результатов работы можно отметить следующие:

1. Проведен поиск ядерных взаимодействий на длине порядка 1088 метров в слоях ядерной эмульсии, облученной в смешанном пучке, релятивистских ядер ${}^{12}\text{N}$, ${}^{10}\text{C}$ и ${}^7\text{Be}$. Сканирование позволило отобрать 227 событий когерентной диссоциации ядер углерода ${}^{10}\text{C}$, не сопровождаемых образованием фрагментов мишени и рождением мезонов.

2. Установлено, что число событий в канале диссоциации с двумя ядрами гелия и двумя ядрами водорода составляют 82% от общего числа найденных событий когерентной диссоциации ядра ${}^{10}\text{C}$. Лидирование этого канала соответствует представлениям о структуре изотопа ${}^{10}\text{C}$ и подтверждает правильность формирования пучка. Среди изотопов He и H, в канале ${}^{10}\text{C} \rightarrow 2\text{He} + 2\text{H}$ присутствуют в основном изотопы ${}^4\text{He}$ и ${}^1\text{H}$, что подтверждается методом идентификации по многократному кулоновскому рассеянию.

3. Для массива из 184 событий когерентной диссоциации ядер ${}^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$ осуществлены измерения полярных и азимутальных углов вылета фрагментов, а также относительных пространственных углов разлета фрагментов.

4. Установлено, что в распределении по инвариантной массе приблизительно 60 событий в канале два альфа и два протона соответствуют каскадному распаду ядра ${}^9\text{B}$ через ядро ${}^8\text{Be}$. Таким образом, в структуре ядра ${}^{10}\text{C}$ с вероятностью не менее чем $(30 \pm 4) \%$ проявляется нестабильное ядро ${}^9\text{B}$, а нестабильное ядро ${}^8\text{Be}$ проявляет себя только как компонента ${}^9\text{B}$. Этот вывод подтверждается распределением по полному поперечному импульсу ядер ${}^9\text{B}$, которое в основной части описывается распределением Релея с параметром $(92 \pm 15) \text{ МэВ}/c$, соответствующим статистической модели. Обнаружены 10 событий рассеяния ядра ${}^9\text{B}$ за пределы конуса фрагментации.

5. Обнаружены редкие события диссоциации, указывающие на существование в ядре ${}^{10}\text{C}$ глубоко связанных кластерных состояний ${}^7\text{Be} + {}^3\text{He}$ и $2{}^3\text{He} + {}^4\text{He}$ с весом порядка 8%. Для 4% от общей статистики наблюдались события полной диссоциации ядер ${}^{10}\text{C}$ на шесть однозарядных фрагментов и нейтронов.

В целом диссертация представляет значительный вклад в релятивистскую ядерную физику. Однако, она не лишена недостатков.

1) Во-первых, излишняя краткость изложения не способствует ее пониманию. Например, утверждается, начиная с заглавия работы, что все наблюдаемые явления фрагментации являются когерентными. Что это такое и почему автор не объясняет. Какой вклад вносят реакции с вылетом нейтронов, которые в эмульсии не регистрируются? Какова средняя энергия

возбуждения ядер в процессах фрагментации? Ответ на эти вопросы, вероятно, мог бы составить программу последующих исследований.

2) Среди аргументов в пользу эмульсионной методики справедливо отмечается высокое координатное разрешение. Однако, полностью игнорируется описание электронных методов и полученных с их помощью результатов, Хотя ряд экспериментов по фото-мультифрагментации выполнен в самое последнее время на достаточно высоком уровне и заслуживает обсуждения.

Указанные недостатки несколько снижают ценность проведенной работы. Однако, в целом работа выполнена на высоком научном уровне. Диссертация Маматкулова Кахрамона Зиядуллаевича представляет собой законченное исследование, которое, несомненно, вносит большой вклад в рассматриваемую область физики. Ее результаты имеют практическое значение, поскольку могут быть использованы при постановке новых экспериментов. По теме диссертации опубликованы 8 статей в реферируемых отечественных и зарубежных журналах. Работы Маматкулова К.З. многократно обсуждались на российских и международных конференциях и семинарах.

Диссертация изложена на 80 страницах, включая 42 рисунка, 14 таблиц и 1 микрофотографию взаимодействий легких релятивистских ядер с ядрами фотоэмульсии. Список литературы содержит 48 наименований.

Автореферат правильно и полностью отражает основное содержание диссертации.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Маматкулов Кахрамон Зиядуллаевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий лабораторией фотоядерных реакций
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт ядерных исследований Российской академии наук

117312 г. Москва, пр. 60-летия Октября
e-mail: vladimir@срс.inr.ac.ru
тел.:8(499)135-05-78

Подпись Недорезова В.Г. заверяю,
Ученый секретарь ИЯИ РАН,
К.ф.-м.н.



В.Г. Недорезов

А.Д. Селидовкин
29 января 2016 г.