Uzbek Journal of Physics

Vol.20(№5) 2018 PP.283-286

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ЯДЕР ^{7}Be И СИСТЕМЫ (α+^{3}He) В КАНАЛАХ С ВЫХОДОМ АЛЬФА-ЧАСТИЦ В ^{16}O*p*-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 3.25 А ГэВ/с

К. Олимов, Б.С. Юлдашев, Ш.Д. Тожимаматов, Б.Р. Турдиев, М.Ш. Мамасолиев, Э.Э. Дусмурадов, А.Р. Курбанов, Т.Б. Файзиев, Б.Ш.Абдиев, А.Р.Тургунов

Физико-технический институт НПО "Физика-Солнце" АН РУз, Ташкент, Узбекистан
olimov@uzsci.net
(Получена 12.11.2018)

3.25 А ГэВ/с импульсли ^{16}O*p*-тўқнашишларида альфа зарраларининг чиқиши билан (α+^{3}He) ядро системалари ва ^{7}Be ядролари ҳосил бўлиши жараёнларини солиштирма таҳлил натижалари келтирилган. 3.25 А ГэВ/с импульсли ^{16}O*p*-тўқнашишларида етти нуклонли системалар ҳосил бўлишидаги ўрганилган икки канал жуда яқин физик шароитларда амалга ошиши кўрсатилган.

Представлены результаты сравнительного анализа процессов образования ядер ^{7}Be и ядерной системы (α+^{3}He) в каналах с выходом альфа-частиц в ^{16}O*p*-соударениях при 3.25 А ГэВ/с. Получено, что изученные два канала образования семинуклонных систем в ^{16}O*p*-соударениях при 3.25 А ГэВ/с реализуются при очень близких физических условиях.

Results of comparative analysis of the formation processes of ^{7}Be nuclei and (α+^{3}He) system in channels with formation of alpha-particles in ^{16}O*p*-collisions at 3.25 A GeV/s are presented. It is obtained that the two studied channels of formation of seven nucleon systems in ^{16}O*p*-collisions at 3.25 A GeV/s are realized at very close physical conditions.

Изучение характеристик процесса фрагментации ядер во взаимодействиях адронов с ядрами при высоких энергиях позволяет получить весьма полезную информацию о состояниях промежуточной возбужденной ядерной материи, характере ядерных сил и кластеризации нуклонов в ядрах, приводящих к эффективной внутриядерной структуре, а также о корреляциях внутренней структуры исходного ядра с особенностями формирования его конечных продуктов. Настоящая работа является продолжением цикла исследований процессов фрагментации ядер кислорода в ^{16}O*p*-соударениях при 3.25 А ГэВ/с и посвящена сравнительному анализу общих характеристик событий, альтернативно содержащих среди конечных продуктов реакции, наряду с произвольным числом α-частиц, либо ядра ^{7}Be, либо 7-нуклонную систему (^{4}He+^{3}He), т.е. рассмотрены полуинклюзивные реакции типа:

$$^{16}\mathrm{O} + p \rightarrow {}^{7}\mathrm{Be} + k\alpha + \mathrm{X}, \quad k = 0, 1, 2; \tag{1}$$

$$^{16}\mathrm{O} + p \rightarrow (^{4}\mathrm{He}+{}^{3}\mathrm{He}) + k\alpha + \mathrm{X}, \quad k = 0, 1, 2. \tag{2}$$

В качестве X может быть фрагмент с $Z \leq 2$, протон отдачи или пион.

Экспериментальный материал был получен с помощью 1 м водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной ядрами кислорода с импульсом 3.25 А ГэВ/с на Дубненском синхрофазотроне и состоит из 8712 полностью измеренных неупругих ^{16}O*p*-событий. Для более надежной идентификации фрагментов по массе рассматривались события, в которых длина треков

фрагментов в рабочем объеме камеры составляла не менее 35 см, что обеспечивает высокую точность импульсных измерений. При определении средней множественности ядер ^{3}He учитывались их потери за счет взаимодействия с рабочей жидкостью камеры на длине $L \leq 35$ см. Методические вопросы получения экспериментальных данных изложены в работах [1−4]. Для выделения ядер ^{3}He из числа двухзарядных фрагментов ядра кислорода выбран импульсный интервал $7.75 \leq p \leq 10.75$ ГэВ/с. При таком отборе примесь ядер ^{4}He не превышает 3.4%.

В работе [1] показано, что быстрые ядра ^{3}He ($T > 75$ МэВ в системе покоя ядра кислорода), вклад которых составляет 8.2% от их общего числа, образуются в основном за счет механизма коалесценции вторичных нуклонов ядра кислорода. Однако в целом инклюзивный анализ оказался недостаточным для выявления роли различных механизмов в процессах образования ядер ^{3}He. Действительно, ядра ^{3}He могут образоваться в результате реализации различных механизмов реакции: при выбивании протоном мишенью нейтрона одного из α-кластеров кислорода, в результате дальнейшего распада возбужденных ядер-остатков типа ^{7}Be, ^{11}C и ^{15}O, имеющих структуру $n\alpha+^3$He, за счет слияния двух протонов и нейтрона с близкими координатами и импульсами. Дело в том, что при распаде возбужденных ядер-остатков ^{7}Be, ^{11}C и ^{15}O в конечном состоянии реакции чаще сохраняются одна, две или три α-частицы соответственно. Эксперимент дает высокое инклюзивное сечение образования двухзарядных ядер [1, 3], состоящих на 80% из ядер ^{4}He. Это отражается и в более частом появлении событий с четным суммарным зарядом многозарядных ($Z \geq 2$) фрагментов.

Для анализа корреляционных характеристик частиц и фрагментов, сопутствующих выходу ядер ^{7}Be или системы (^{4}He+^{3}He), рассматривались события, в которых образуется либо один четырехзарядный фрагмент с массовым числом A=7, т.е. топологии (4), (42) и (422), либо пара двухзарядных фрагментов с суммарным массовым числом A=7, т.е. топологии (22), (222) и (2222). Здесь в скобках указаны заряды многозарядных ($Z \geq 2$) фрагментов. Для надежного выделения этих каналов отбирались события, в которых измеренная длина треков с зарядом Z=2 и 4 в объеме камеры была не меньше 30 см. На этом статистическом материале число событий с выходом одного фрагмента ^{7}Be оказалось равным $N(^7\text{Be}) = 134$, а с выходом системы (^{4}He+^{3}He) – 375.

Статистика изученных в данной работе каналов с формированием семинуклонных систем в событиях с выходом альфа-частиц представлена в табл. 1.

Таблица 1. Статистика изученных каналов.

Каналы	Число фрагментов с зарядом Z = 2			Все
	0	1	2	
^{7}Be+$k\alpha$+…	52	68	14	134
(α+^{3}He) + $k\alpha$+…	214	138	17	369

Средние значения множественности фрагментов в каналах с выходом ядер ^{7}Be и системы (α+^{3}He) в ^{16}Op соударениях при 3.25 А ГэВ/с представлены в табл. 2.

Таблица 2. Средние значения множественности фрагментов в каналах с выходом ядер ^{7}Be и системы (α+^{3}He).

Характеристика	Каналы ^{7}Be N = 52	Каналы (α+^{3}He) N = 214
n_{ch}	5.90 ± 0.15	6.1 ± 0.08
n_{pm}	0.52 ± 0.06	0.49 ± 0.03
n_{p}	3.14 ± 0.17	3.14 ± 0.08
n_{n}	2.98	3.00
n_{d}	0.87 ± 0.11	0.90 ± 0.06
n_{t}	0.37 ± 0.07	0.36 ± 0.03
n_{π^-}	0.42 ± 0.08	0.55 ± 0.04
n_{π^+}	0.44 ± 0.09	0.58 ± 0.04

Средние значения множественности фрагментов в каналах с выходом систем (α+^{7}Be) и системы (α+α+^{3}He) в ^{16}O*p*-соударениях при 3.25 А ГэВ/с представлены в табл. 3.

Таблица 3. Средние значения множественности фрагментов в каналах с выходом систем (α+^{7}Be) и системы (α+α+^{3}He).

Характеристика	Каналы (α+^{7}Be) N = 68	Каналы (α+α+^{3}He) N = 138
n_{ch}	6.0 ± 0.13	6.9 ± 0.09
n_{pm}	0.43 ± 0.06	0.42 ± 0.04
n_{p}	2.21 ± 0.10	2.06 ± 0.08
n_{d}	0.37 ± 0.07	0.33 ± 0.05
n_{t}	0.15 ± 0.03	0.15 ± 0.03
n_{π^-}	0.48 ± 0.07	0.45 ± 0.05
n_{π^+}	0.34 ± 0.07	0.50 ± 0.05

Средние значения множественности фрагментов в каналах с выходом систем (α+α+^{7}Be) и системы (α+α+α+^{3}He) в ^{16}O*p*-соударениях при 3.25 А ГэВ/с представлены в табл. 4.

Таблица 4. Средние значения множественности фрагментов в каналах с выходом систем (α+α+^{7}Be) и системы (α+α+α+^{3}He).

Характеристика	Каналы (α+α+^{7}Be) N = 14	Каналы (α+α+α+^{3}He) N = 17
n_{ch}	4.7 ± 0.25	5.5 ± 0.20
n_{pm}	0.71 ± 0.12	0.71 ± 0.14
n_{p}	0.36 ± 0.13	0.30 ± 0.11
n_{π^-}	0.36 ± 0.13	0.24 ± 0.10
n_{π^+}	0.29 ± 0.12	0.24 ± 0.10

Как видно из таблиц 2-4, средние множественности фрагментов с $Z \leq 2$, протонов отдачи, а также заряженных пионов практически совпали между собой в пределах статистических погрешностей в событиях реакций (1) и (2). Таким образом, можно заключить что полуинклюзивные реакции (1) и (2) с

формированием семинуклонной системы в ^{16}O*p*-соударениях при 3.25 А ГэВ/с протекают при очень близких физических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. V.V. Glagolev, K.G. Gulamov, V.D. Lipin *et al*., Eur. Phys. J. A **11**, 285 (2001).
2. В.В. Глаголев, К.Г. Гуламов, М.Ю. Кратенко и др., Письма в ЖЭТФ **58**, 497 (1993); Письма в ЖЭТФ **59**, 316 (1994).
3. В.В. Глаголев, К.Г. Гуламов, М.Ю. Кратенко и др., ЯФ **58**, 2005 (1995).
4. В.В. Глаголев, К.Г. Гуламов, В.Д. Липин и др., ЯФ **62**, 1472 (1999).