

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11094936>

ПАРЦИАЛЬНЫЕ КАНАЛЫ РЕАКЦИИ ^{39}K (γ , X Γ).

Jalilov Muxiddin Xalimovich

SamDTU dotsenti

Xushvaqtoy Zufar Rizamat o'g'li

SamDTU 2-son davolash fakulteti 111-guruh talabasi

zufar_bek05@mail.ru

Xamzayeva Niginabonu Usmonovna

SamDTU 2-son davolash fakulteti 111-guruh talabasi

nigina.xamzayeva@mail.ru

АННОТАЦИЯ

На пучке тормозного γ -излучения при $E_{\gamma}^{\max} = 32$ МэВ для ядра $^{39}\text{K Ge}(\text{Li})$ – детектором большого объема измерены спектры γ – квантов, снимающих возбуждения конечных ядер, образующихся в фотоядерных реакциях. Получены новые данные об интегральных сечениях фотоядерных реакций $^{39}\text{K}(\gamma, p)$, $^{39}\text{K}(\gamma, n)$ и $^{39}\text{K}(\gamma, \alpha)$ с образованием конечных ядер различных состояниях.

Ключевые слова: Парциальный канал, фотоядерный реакции, конечная ядра, дипольный гигантский резонанс, фотон, возбуждения квант, интегральные исчисления, заселения, оболочка, протон, нейтрон, распад, нуклоны.

ANNOTATION

On a beam of bremsstrahlung γ -radiation at $E_{\gamma}^{\max} = 32$ MeV for a $^{39}\text{K Ge}(\text{Li})$ nucleus – with a large-volume detector. The spectra of γ quanta that remove excitations of final nuclei formed in photonuclear reactions were measured. New data were obtained on the integral cross sections of photonuclear reactions $^{39}\text{K}(\gamma, p)$, $^{39}\text{K}(\gamma, n)$ and $^{39}\text{K}(\gamma, \alpha)$ with the formation of final nuclei in various states.

Исследования парциальных каналов фотоядерных реакций с испусканием нуклонов или более сложных частиц и образованием конечных ядер в отдельных состояниях является наряду с поляризационными и совпадательными экспериментами и экспериментами, использующими γ -монохроматомами,

одним из наиболее эффективных средств изучения высоковозбужденных ядерных состояний. Знания природы заселяемых низколежащих состояний из ядерных реакций другого типа позволяет извлекать качественную новую информацию о распадающихся высоко лежащих состояниях и, прежде всего, о дипольном гигантском резонансе (ДГР). Так как испускание нейтронов и протонов является основной формой распада ДГР, то при анализе результатов, в основном, используются данные реакций подхвата нуклонов.

Эксперименты по изучению парциальных фотоядерных каналов с одной стороны позволяет осуществить весьма критичную проверку теорий, а с другой - дают новую самостоятельную информацию о процессе фоторасщепления. В настоящее время разработаны довольно простые и надежные методы интерпретации данных таких экспериментов.

Парциальные фотоядерные каналы исследуются практически только на пучках тормозного излучения, что обеспечивает необходимую скорость набора статистики. При этом измеряется либо энергетические распределения нуклонов при большом числе различных (близких) верхних границ E_{γ}^{\max} спектра тормозного излучения, либо спектры γ -квантов, снимающих возбуждение конечных ядер реакции (в этих случаях измерения проводятся обычно при одном или нескольких E_{γ}^{\max})

В последние годы значительное число экспериментов такого типа было выполнено для легких ядер середины $1d_{2s}$ – оболочки к ядрам этой оболочки относятся ядра с $A=16-40$. Исследовались ядра ^{23}Na , $^{24-26}\text{Mg}$, ^{27}Al , ^{28}Si , ^{32}S . Изучение ДГР ядер $1d_{2s}$ - оболочки вызывает большой интерес по следующим причинам. Во первых, на характеристики ДГР этих ядер оказывают существенное влияние ряд эффектов, таких как конфигурационное и изоспиновое расщепления и, хотя и в меньшей степени, деформационное расщепления. Во вторых, для этих ядер достаточно велика для надежного экспериментального определения вероятность распада входных дипольных состояний с вылетом нуклона непосредственно в непрерывный спектр (так называемый полупрямой распад). В – третьих, для ядер этой области возможны детальные микроскопические расчеты процесса фоторасщепления.

Важным обстоятельством является то, что для ядер $1d_{2s}$ - оболочки имеется довольно обширная спектроскопическая информация. Это с одной стороны позволяет выполнить обработку экспериментальных результатов по γ - спектрам распада конечных ядер, надежно отделив вклад каскадных γ - переходов, а с другой – дать физическую интерпретацию результатов с привлечением данных реакций одно нуклонной передачи.

Сигнал с выхода с усилителя подавались на вход амплитудного преобразователя и далее поступали на вход многоканального амплитудного анализатора. В много канальном амплитудном анализаторе импульсов проводилось накопление экспериментальной информации, поступающей Ge (Li) детектора. γ – кванты регистрировались в диапазоне энергий от 0,6 МэВ до 10 МэВ.

Энергетическое разрешение спектрометрического тракта определялось с помощью γ – линий 1,173 и 1,332 МэВ от радиоактивного источника ^{60}Co и γ – линий от источника ^{137}Cs (0,662 МэВ). Энергетическое разрешение составило величину 3,4 МэВ.

Энергетическая калибровка спектрометрического тракта проводилось с помощью стандартных радиоактивных источников, имеющих хорошо известные и ярко выраженных – линии ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{24}Na (2,753 МэВ). При более высоких энергиях калибровка спектрометрического тракта проводилось с помощью известных γ – линий из реакций (γ , x γ') на следующих ядрах ^{16}O (5,302; 5.812; 6.130; 6.323 МэВ), ^{27}Al (1,810; 4.710 МэВ) и ^{32}S (1,266; 1.230; 3.131; 3.749 МэВ) а также фоновой γ – линий из реакции (n , n' γ) на ядре ^{208}Pb (2,615 МэВ).

Изучение парциальных каналов фотоядерных реакций с испусканием нуклонов и более сложных частиц и образованием конечных ядер в отдельных состояниях позволяет вскрыть главные особенности механизма формирования и распада состояний дипольного гигантского резонанса ДГР атомных ядер[1]. В настоящей работе представлены новые экспериментальные данные по реакции ^{39}K (γ , x γ'), где X –частица (протон, нейтрон и α частица), а γ' – фотон, снимающий возбуждение конечных ядер и регистрируемый и данном процессе.

На пучке тормозного γ –излучения при $E_{\gamma}^{\max} = 32$ МэВ для ядра ^{39}K Ge(Li) – детектором большого объема измерены спектры γ – квантов, снимающих возбуждения конечных ядер, образующихся в фотоядерных реакциях. Угол регистрации составлял $\theta = 140^\circ$ относительно направления пучка тормозных фотонов. Подробное изложение методики эксперимента и обработки экспериментальных данных содержится в работе [2].

В результате анализа γ – спектров получена новая информация об интегральных сечениях фотоядерных реакций ^{39}K (γ , p), ^{39}K (γ , n) и ^{39}K (γ , α) с образованием конечных ядер различных состояниях. Характеристики заселяемых при фоторасщеплении ^{39}K состояний и конечных ядер и интегральные сечения их заселения представлена в табл.1. сведения о парциальных сечениях заселения основных состояний конечных ядер в данном

типе эксперимента не могут быть получены. Низкое положение по энергии первого и второго возбужденных состояний ядер ^{38}K не позволило из-за высокого уровня фоно наблюдать каналы (γ, n_1) и (γ, n_2) . Для этих каналов информация извлекалась из анализа других работ, а также путем оценки [3].

Таблица-1

Интегральные сечения δ^{int} реакций $^{39}\text{K}(\gamma, p_i)$, ^{38}Ar , $^{39}\text{K}(\gamma, n_i)$ ^{38}K и $^{39}\text{K}(\gamma, \alpha_i)$ ^{35}Cl и характеристики заселяемых состояний конечных ядер.

Ядро	i	Ei, MeV	J ^π ; T	nlj> ⁻¹	Sp	δ ^{int} , МэВ*мб	δ ^{int} _{ph} , MeV*mb
1	2	3	4	5	6	7	8
^{38}Ar	0	0	0 ⁺ ; 1	Id _{3/2}	1	-	29.5
	1	2.17	2 ⁺ ; 1	{ 2s _{1/2} Id _{3/2}	{ 0.08 4.2	7.25 ± 4	72.5
	2	3.38	0 ⁺ ; 1	Id _{3/2}	0.015	8.2 ± 3 20.9 ± 4	0.18
	3	3.81	3 ⁻ ; 1	If _{7/2}	0.01	14. ± 2.5	0
	4	3.94	2 ⁺ ; 1	{ 2s _{1/2} Id _{3/2}	{ 0.32 0.23	36.1 ± 9	{ 5 2.6
	6	4.57	2 ⁺ ; 1	{ 2s _{1/2} Id _{3/2}	{ 0.84 0.45	10 ± 1.3	{ 11.9 3.8
	9	4.88	3 ⁻ ; 1	If _{7/2}	0.04	19.8 ± 5	0
	11	5.16	2 ⁺ ; 1	{ 2s _{1/2} Id _{3/2}	{ 0.41 (0.30)	11 ± 4.5 6.3 ± 2.5	{ 5 1.9
	12	5.35	4 ⁺ ; 1		-	39.9 ± 6	0
	14	5.51	3 ⁻ ; 1		-		0
	15	5.55	(1,2) ⁺ ;1	2s _{1/2}	1.05		11.8

Продолжение таблица-1

Ядро	i	E _i , MeV	J ^π ; T	nlj> ⁻¹	Sp	δ ^{int} , МэВ*мб	δ _{ph} ^{int} , MeV*mb	
1	2	3	4	5	6	7	8	
³⁸ K	0	0	3 ⁺ ; 1	Id _{3/2}	1.8	-	70.3	
	1	0.13	0 ⁺ ; 1	Id _{3/2}	1	-	32.7	
	2	0.46	1 ⁺ ; 0	$\left\{ \begin{array}{l} 2s_{1/2} \\ Id_{3/2} \end{array} \right.$	0.19 0.39	9.4 ± 1.3	-	$\left\{ \begin{array}{l} 13.2 \\ 10.7 \end{array} \right.$
	3	1.70	1 ⁺ ; 0	$\left\{ \begin{array}{l} 2s_{1/2} \\ Id_{3/2} \end{array} \right.$	0.04 0.66	42.7 ± 6	-	8.8
	4	2.40	1 ⁺ ; 0	$\left\{ \begin{array}{l} 2s_{1/2} \\ Id_{3/2} \end{array} \right.$	0.11 4.12	9.2 ± 2.5	-	47.7
6	2.65	(2.4) ⁺ ; 0	If _{7/2}	0.03	15.6 ± 5	-	0	
11	4.88	2 ⁺ ; 0	$\left\{ \begin{array}{l} 2s_{1/2} \\ Id_{3/2} \end{array} \right.$	0.56 0.19	-	-	$\left\{ \begin{array}{l} 15.6 \\ 0.2 \end{array} \right.$	
³⁵ Cl	2	1.76	-5/2 ⁺ ; 1/2	-	-	19.5 ± 5		

Из данных приведенных в таблице –1, можно получить величины интегральных сечений реакций (γ, p) и (γ, n) для ядро ³⁹K. Эти величины составляют соответственно 260±20 и 200±20 МэВ.мб. величина интегрального сечения фотонейтронной реакций находится в хорошем согласии с данными работы [4]. (210±14). Величина полного сечения поглощения составляет 80% от классического дипольного правила сумм $60 \frac{N*Z}{A} = 585$ МэВ.мб. Это свидетельствует о том, что роль нуклонных распадов на конечные состояние ядер ³⁸Ar (E* > 5,5 МэВ) и ³⁸K (E* > 3,5 МэВ) относительно невелика.

Отношение δ^{int}(γ, p)/ δ^{int}(γ, n) составляет 1,3±0,2 что близко к аналогичным отношениям для других ядер 1d 2s оболочки, имеющих на один нейтрон больше чем протона основном состоящий протон меньше, чем ближайшее четно-четное самосопряженное ядро.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Eramzhyan R.A., Ishankhanov B.S., Kapitonov I.M., Neudatchin V.G. *Phys. Rep.*, 1986, 136, 229.
2. Арзибеков У.Р., Гобелка А.С., Жалилов М.Х. и др. *Я.Ф.* 1984, 40, 1121.
3. Арзибеков У.Р., Гобелка А.С., Жалилов М.Х. и др. *Изв. АН.СССР, сер. Физ.* 1987, Т.51, N1., 134.
4. Veysiere A., Beil H., Bergere R., Carlos P., Lepretre A., Miniac A. *Nucl. Phys.*, A.227, 1974., 513.
5. М.Х.Жалилов, Ж.Х.Хамраев, М.Н.Ахроров, А.К.Холикулова “Эксперименты по обнаружению конфигурационного расщеплении фотоядерного резонанса” *Таж.ГМУ. материалы XV-международного конфигурации.* Душанбе 2020 г. - с 392-393.
6. У. Р.Арзибеков, М.Х.Жалилов, Ж.Х.Хамраев, Ш.Н.Худайкулова “Методика исследования спектров γ - квантов в реакции ($\gamma, \chi\gamma^1$) в экспериментах 1d2s области “ХУСТ” *Всеукраинский медицинская журнал молодых ученых.* Всего N19. 2017 г.- с.150.
7. М.Х.Жалилов, Ж.Х.Хамраев, М.Б.Каршиев “ ^{39}K ($\gamma, \chi\gamma^1$) фото ядро реакцияларида фон чизикларини хисобга олиш”. *Межвузовский республиканский сборник научных статей.* Самарканд 2023 г.-с 554-556.
8. М.Х.Жалилов, энергетическая калибровка Ge (Li) детектора *Ўзб. Республикаси тиббиёт институтлари профессор-ўқитувчиларни илмий ишлари тўплами.* Самарқанд 2006 й.-с.36-37.
9. У.Р.Арзибеков, М.Х.Жалилов эффективности Ge (Li) детектора полуэмпирическим методам. *СамДУ ахборотномаси Самарканд 2013 й.-с-140-143.*
10. У.Р.Арзибеков, М.Х.Жалилов, М.В.Давронов, К.У.Умаров, Б.Н.Бурхонов, А.А.Усаров “Изо спиновые характеристики ДГР ядро ^{39}K и конфигурация нуклонных каналов его фоторасщепления. *Узб.физ. журнал* 2009. Т.12. N3. Ташкент –с.173-177.