

Квазиупругое рассеяние изобар ^{11}Li и ^{11}C на ядре ^{12}C при 60 МэВ/НУКЛОН было исследовано. Качество экспериментальных данных несколько лучше, чем в случае рассеяния ^{11}Li на ^{28}Si . По сравнению с рассеянием ^{11}Li на ^{28}Si , отношение σ/σ_R для мишени ^{12}C имеет более выраженную структуру при малых углах рассеяния и быстро уменьшается по величине, начиная с угла 14° . Сравнивая угловые распределения для изобар ^{11}Li и ^{11}C , отметим, что формы угловых распределений различны для малых углов рассеяния, а σ/σ_R для ^{11}Li в 2-3 раза больше по величине, чем для ^{11}C .

Обзор опубликованных до настоящего времени работ по взаимодействию слабосвязанных (кластерных и экзотических) ядер $^{7,9}\text{Li}$ и ^{11}Li и их анализ показывают, что экспериментальных данных по ТРК нет и необходимо измерять их для изотопов Li при энергиях от кулоновского барьера $V_c = (3-4)$ МэВ до $(10-40)$ МэВ/нуклон на ядрах ^{28}Si , ^{27}Al , ^9Be и ^{12}C .

Одной из наиболее важных особенностей, объясняющих обилие легких элементов во Вселенной, является увеличение сечений взаимодействия в суббарьерной энергетической области при ядерных реакциях со слабо связанными ядрами. Этот эффект особенно сильно проявляется для легких слабосвязанных ядер $^{6,9,11}\text{Li}$. основными каналами взаимодействия таких ядер являются реакции переноса, распада и полного слияния.

На сегодняшний день проведено очень мало экспериментов по рассеянию радиоактивных слабосвязанных ядер ($^{8,9,11}\text{Li}$). Из-за технической сложности и малой интенсивности вторичного радиоактивного пучка достоверные экспериментальные данные по дифференциальным сечениям упругого рассеяния вторичного пучка ($^{8,9,11}\text{Li}$) на кремниевых и других мишенях при низких энергиях, в том числе вблизи кулоновского барьера, пока не получены. В то же время дифференциальные сечения для упругого рассеяния должны быть надежно (с разделением вклада неупругих процессов) измерены в максимально возможном угловом диапазоне с малыми погрешностями как по углу, так и по сечениям.

Список использованных источников

1. О.М. Knyazkov, I.N. Kukhtina, S.A. Fayans, Interaction cross sections and structure of light exotic nuclei, Phys. Part. Nucl. – 1999. –Vol. 30. – P.369.
2. L.F. Canto, P.R.S. Gomes, R. Donangelo, M.S. Hussein, Fusion and breakup of weakly bound nuclei, Phys. Rep. -2006. –Vol. 424. –P. 1-6.
3. N. Keeley, R. Raabe, N. Alamanos, J.L. Sida, Fusion and direct reactions of halo nuclei at energies around the Coulomb barrier, Progress Part. Nucl. Phys. – 2007. –Vol. 59. – 579p.
4. Y.E. Penionzhkevich, Special features of nuclear reactions induced by loosely bound ^6He and $^{6,7}\text{Li}$ nuclei in the vicinity of the Coulomb barrier height, Phys. Atomic Nuclei.- 2009. – Vol.72. – P.16-17.

ӘӨЖ 539.171.016

$^9\text{Be}+^{28}\text{Si}$ СЕРПІМДІ ШАШЫРАУ ПРОЦЕСІ ҮШІН ОҢТАЙЛЫ ОПТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕР ЖҮЙЕСІН АЛУ

Ерғалиұлы Ғани¹, Солдатхан Дәурен¹, Дауыл Кеңес²

gani.yergaliuly@mail.ru, soldathan.dauren@mail.ru, kenes.2094@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Халықаралық ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар кафедрасының докторанттары¹ мен магистранты², Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Н. Амангелді

Атом ядроларының бір-бірінен серпімді және серпімсіз шашырау процесін зерттеу соңғы уақытта қарқынды түрде жүруде [1-5]. Шашырау нәтижесі бойынша ядроның

құрылысы мен қасиеттері туралы көп мағлұмат алуға болады. Шашырау процесінің әсерлесу потенциалы мен оның тереңдігінің параметрлерін нақтылау жұмыстары да негізгі мәселелердің бірі. ${}^9\text{Be}$ ионының басқа ядролармен әсерлесуі және одан туындаған реакцияларды зерттеу ${}^9\text{Be}$ элементін үдету [6] мүмкін болған кезден бері қызықты болып саналады. Мәселен, Mg-ден Ag аралығындағы түрлі ядролардың 14-26 МэВ энергия аймағында серпімді шашырауы Balzer R. мен соавторларының жұмысында [6] зерттелді, жұмыста ${}^9\text{Be}$ ионының ${}^{12}\text{C}$ ядросында серпімді шашырауы зерттелсе, ал мына мақалалар серпімді шашырау кезіндегі «ауысым процесін» көрсете білді. Сондай-ақ келесі зерттеулерде ${}^9\text{Be}$ ядросының ${}^{28}\text{Si}$ ядросымен серпімді шашырауы зерттелді.

Жұмыстың мақсаты ретінде ${}^9\text{Be}+{}^{28}\text{Si}$ жүйесі үшін $E_{\text{лаб}}=12-17$ МэВ энергия аралығындағы серпімді шашырау бойынша алынған эксперименттік мәндерді жақсы сипаттайтын оптикалық потенциал параметрлерін алу болып қабылданды.

Оптикалық модель аясында талдау

Бөлшектердің атом ядросымен әсерлесу потенциалдарын есептеуде ең көп таралған әдістің бірі серпімді шашырау мәліметтерін өңдеудің оптикалық моделіне негізделген – феноменологиялық талдау әдісі [14].

Әдетте, есептеулер соқтығысушы ядролардың массалық центр арақашықтығына ғана тәуелді болатын орталық потенциалдармен шектеледі. Бұндай оптикалық потенциалды келесі түрде жазуға болады:

$$U(r) = V_c(r) - V(r) - i(W_v(r) + W_s(r)) \quad (1)$$

бұл жерде формуланың бірінші мүшесі $-V_c(r)$ кулондық потенциал, $V(r)$ - потенциалдың нақты құраушысы, $W_v(r)$ және $W_s(r)$ - жорамал потенциалдың тиісінше көлемдік және беттік мәндері. Талдаулар көлемдік түрдегі Вудс-Саксондық потенциалымен жүргізілді. Вудс-Саксон формфакторын потенциалдың нақты және жорамал бөлігі үшін келесідей түрде жазуға болады:

$$V = V_0 [1 + \exp(r - R_r) / a_r]^{-1}, \quad (2)$$

$$W = W_0 [1 + \exp(r - R_i) / a_i]^{-1}, \quad (3)$$

V_0 және W_0 , a_r және a_i , R_r және R_i - нақты және жорамал потенциалдардың сәйкесінше тереңдігі, диффузия коэффициенттері және радиустары. Радиустар әсерлесуші ядролардың A_1 және A_2 массалық сандары арқылы анықталады:

$$R = r_0 (A_1^{1/3} + A_2^{1/3}). \quad (4)$$

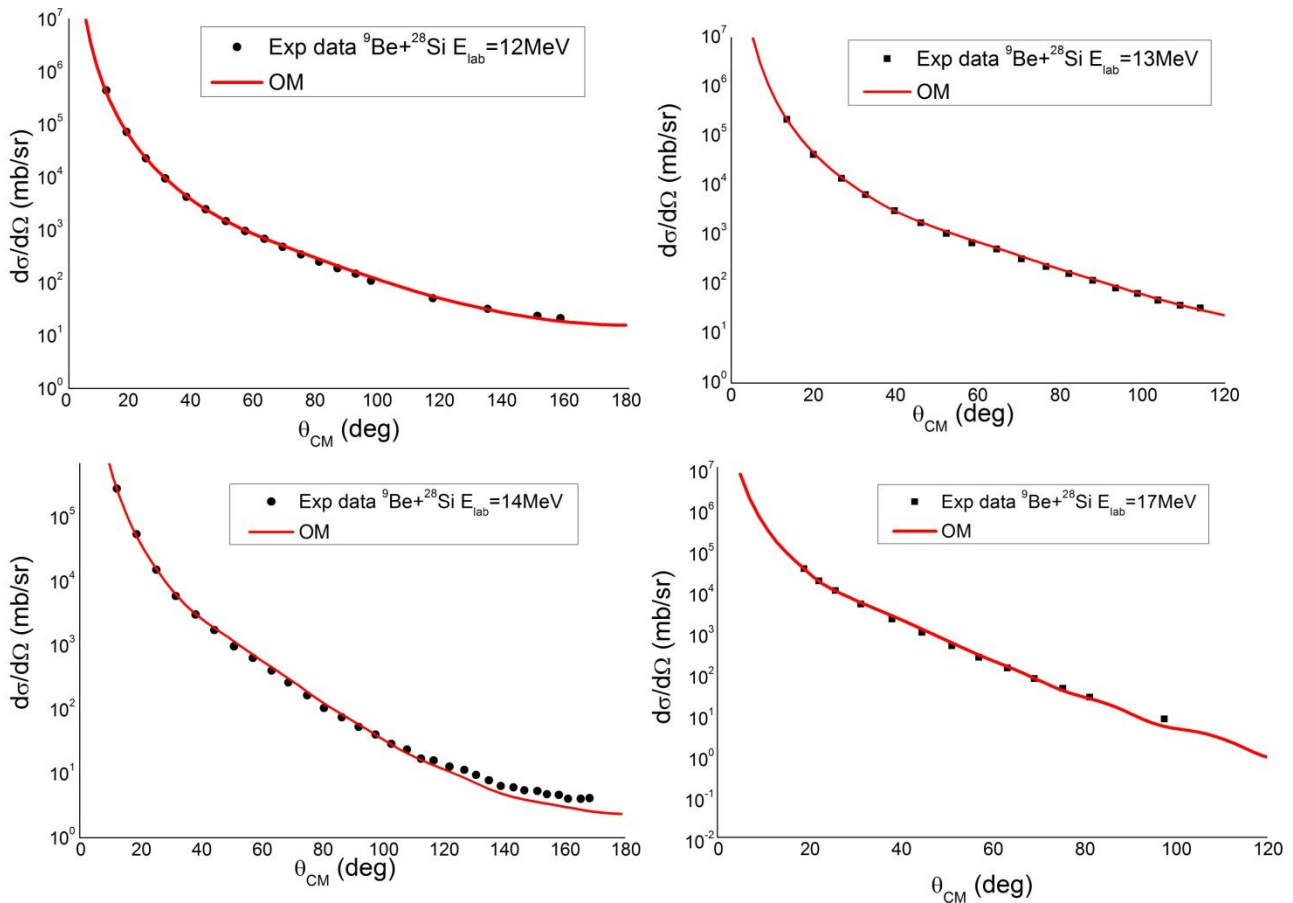
Бұндай тәуелділік кулондық радиус үшін де сақталады R_c . Талдау жұмыстарында $r_0 = 1,25$ фм ретінде қабылданды. Серпімді шашыраудың дифференциалдық қимасы қарапайым шашырау амплитудасының квадратымен анықталады:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f_{el}(\theta)|^2 \quad (5)$$

Оптикалық потенциал (ОП) параметрлері эксперименттік және теориялық бұрыштық таралулар арасында жақсы үйлесім табатындай етіп таңдалды. Теориялық есептеулер FRESKO программалық коды арқылы жүзеге асырылды.

Талдау нәтижелері

Оптикалық потенциал параметрлері өзіндік ерекше заңдылық: $r_r = r_i$ и $a_r = a_i$ ретінде алынып, ал нақты және жорамал потенциал тереңдіктерінің қатынасы $V_0/W_0 \sim 10$ деген болжаммен, сәйкесінше 100 және 10 деп қабылданды. Алынған ОП нәтижелері 1-ші кестеде көрсетілген. Анализ нәтижелері төмендегі 1-суретте бейнеленген.



Сурет 1. ${}^9\text{Be}+{}^{28}\text{Si}$ $E_{\text{лаб}}=12-17$ МэВ аралығында серпімді шашырауының бұрыштық таралуы. Нүктелер - эксперименттік мәндер, қызыл сызықтар - оптикалық модель талдау нәтижелері

Кесте 1. ${}^9\text{Be}+{}^{28}\text{Si}$ үшін оңтайлы потенциал параметрлері

$E_{\text{лаб}}=12-30$ МэВ	V_0 (МэВ)	r_r (фм)	a_r (фм)	W_0 (МэВ)	r_i (фм)	a_i (фм)
ОМ	100.0	1.1	0.6	10.0	1.1	0.6

Қорытынды

${}^9\text{Be}$ ядросының ${}^{28}\text{Si}$ ядросынан 12-17 МэВ энергия аймағында серпімді шашырауының эксперименттік мәндері оптикалық модель аясында Fresco кодының көмегімен талданды. Талдауда бекітілген $r_r = r_i$ и $a_r = a_i$, және $V/W \sim 10$ ерекше заңдылық бойынша сипатталып көрсетілді. Талдау нәтижелері бойынша теориялық қималардың эксперимент нүктелерін жақсы сипаттайтыны айқындалды. Зерттеудің алға қойған мақсаты орындалып ОМ оңтайлы потенциалдық параметрлер жиыны алынды. Алдағы уақытта осы жұмысты әрі қарай нақтылап, басқа да заңдылықтар, модельдер аясында тексеру жұмыстары жоспарланып отыр.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

- Behairy K. O., Mahmoud Z. M. M., Anwar M. α -particle elastic scattering from ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$, ${}^{24}\text{Mg}$, and ${}^{28}\text{Si}$ //Nuclear Physics A6, T. 957, 2017, C. 332-346.
- J.Y. Hostachy et al. Elastic and inelastic scattering of ${}^{12}\text{C}$ ions at intermediate energies //Nuclear Physics A, T. 490, №. 2, 1988, C. 441-470.
- Rudchik A. A. et al. $\text{Li } 7+ \text{ B } 11$ elastic and inelastic scattering in a coupled-reaction-channels approach //Physical Review C, T. 72, №. 3, 2005, C. 034608.
- Mezhevych S. Y. et al. The ${}^{13}\text{C}+{}^{11}\text{B}$ elastic and inelastic scattering and isotopic effects in the ${}^{12}, {}^{13}\text{C}+{}^{11}\text{B}$ scattering //Nuclear Physics A, T. 724, №. 1-2, 2003, C. 29-46.

5. Deshmukh N. N. et al. Elastic and inelastic scattering for the B 11+ Ni 58 system: Target and projectile reorientation effects //Physical Review C, T. 92, №. 5, 2015, C. 054615.

ӘӨЖ 53.08

РАДОН ЗЕРТТЕУЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗА НЕГІЗІНДЕГІ LR-115 TYPE 2 ҚАТТЫ ДЕНЕЛІ АЛЬФА-ТРЕКТІ ДЕТЕКТОРЫН СЫНАУ

Еримбетова Д.С.

erimbetova.dana@gmail.com

Ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар халықаралық кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Жумадилов К.Ш..

Радон қоршаған ортадағы қауіпті радиоактивті элементтердің бірі болып табылады. Радонның ауадағы концентрациясын зерттеудің бірнеше әдістері бар [1]. Қатты денелі альфа-тректі детекторларды (ҚДАТД) қолдану арқылы анықтау радон зерттеулерінде кеңінен қолданылатын әдіс. Бұл әдістің басты артықшылығы бірнеше детектор үлгілерін біруақытта экспозициялау және оларды орталықтандырылған химиялық өңдеу мүмкіндігі. Бұл ауқымды қаржылық және уақыттық шығындарды болдырмауға жағдай туғызады.

Зарядталған ауыр бөлшек орта арқылы өту кезінде оның материалының иондалуына алып келеді. Осының нәтижесінде қатты дененің молекула деңгейіндегі құрылымы бөлшектердің траекториясының бойымен бұзылады. ҚДАТД жұмыс принципі осы құбылысқа негізделген [2]. Трек эффектісі көптеген материалдарда бар. Әсіресе, ол нитроцеллюлоза немесе әртүрлі поликарбонаттар сияқты ұзын молекулалы материалдарда ерекше байқалады. Және мұндай материалдар детектор дайындау үшін ең қолайлы болып табылады [3]. ҚДАТД көптеген салада: ядролық физика, ядролық химия, сонымен қатар биомедициналық және экологиялық, адам денсаулығына әсер ету зерттеулерінде кеңінен қолданылады. Толығырақ олардың классификациялары мен қолдану салаларына осыған дейінгі жұмыста шолу жасалған болатын [4].

Қазіргі таңда біз Ақмола облысының елді-мекендерінде және Нұр-Сұлтан қаласында ҚДАТД қолдану арқылы ауадағы радон концентрациясын анықтауға арналған зерттеу жұмыстарын жүргізіп жатырмыз. Негізгі және түпкі мақсаты Ақмола облысының, одан кейін мүмкіндігінше Қазақстан Республикасы территориясының, радон картасын жасау болып табылатын бұл ауқымды зерттеу жұмысында Dosirad (Франция) өндірген LR-115 type 2 тректі детекторы қолданылды. Жалпы LR-115 type 2 детекторлары келесі мақсатта кеңінен қолданылады:

1. α -бөлшектерді тіркеу және олардың дозиметриясы;
2. Жылулық және эпитеpmалды нейтрондарды тіркеу және олардың дозиметриясы;
3. Жылдам нейтрондарды тіркеу және олардың дозиметриясы;
4. Альфа-радиоактивті нысандардың автоматтандырылған радиографиясы.

LR-115 детекторларына электрондар немесе гамма сәулесі, рентген сәулесі, инфрақызыл сәуле сияқты электромагниттік спектр сәулелері әсер етпейді. Алайда, бұл тректі детектормен жұмыс жасау кезінде барлық сақтық шараларын ұстану қажет: механикалық үйкелу, қысым т.б. сезімтал беттің бүлінуіне әкеліп соғатын әсерлерді болдырмау керек.

LR-115 type 2 ҚДАТД әртүрлі авторлардың әртүрлі бағыттағы көптеген радон зерттеулерінде кеңінен қолданылып келеді [5-9]. Жоғарыда аталған қазіргі уақытта жүргізіліп жатырған зерттеу жұмыстарын бастамас бұрын бұл детектордың қызметін тексеру мақсатында зертхана жағдайында сынақ жұмыстары жүргізілді.