

2-сурет. 4π -сцинтилляциялық γ -спектрометр әдісімен реакциялардың толық қималарын өлшеу үшін қолданылған тәжірибе схемасы

Екі соқтығысатын ядролардың өзара әрекеттесуі туралы қарапайым геометриялық ұғымдарға сүйене отырып, зерттелетін ядролардың радиалды сипаттамаларына бағалау жүргізілді. Өзара әрекеттесу қимасы $\sigma_i = \sigma_R$ реакциясының қимасына тең деп болжай отырып, оны келесі түрде жазылған

$$\sigma_I(p,t) = \pi [R_I(p) + R_I(t)]^2, \quad (8)$$

Реакцияның толық қимасын анықтауда екі әдістеме салыстырмалы түрде қарастырылды. Сан-Ларен өзінің әдістемесінде, γ -тіркегіштердің $^{14}\text{NaI}(\text{Tl})$ 4π массивімен үш кремний тіркегіштерін қоршаған.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. I.Tanihata, H.Namagaki, O.Hashimoto. N. Phys. Rev. Lett. 1958 №55. P.2676
2. W. Mittig et al. Phys. Rev. Lett. 1987 №59. P.1889
3. M.G. Saint-Laurent et al., Z. Phys. 1989 №45. P.332

ӘОЖ 539.171.016

$^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$ ЯДРОЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ СЕРПІМДІ ШАШЫРАУ ҚИМАСЫНЫҢ ЭНЕРГИЯҒА ТӘУЕЛДІЛІГІ

Д. Солдатхан, Ғ. Ерғалиұлы

Soldathan.dauren@mail.ru, gani.yergaliuly@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ докторанттары, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі - Н. Амангелді

Ядролық технология, ядролық энергетика, астрофизика саласында ауыр иондармен жеңіл ядролардың әсерлесуінің серпімді шашырау процесі қызығушылық тудырады. Үдетілген ионның нысана ядросымен әсерлесу потенциалының функциясын энергияның кең диапозанында құру әрекеті зерттелу үстінде. Феноменологиялық теориялардың болжау қабілетіне байланысты мұндай әрекеттер эксперименталды деректердің үлкен массивіне сүйенуі тиіс.

Жалпы кима атқылаушы ион мен нысана ядроның әсерлесу ықтималдылығын сипаттайтын эффективті ауданы және шоғыр бөлшектің энергиясымен қозғалу бағытына байланысты. Ион-ядролық жүйенің серпімді шашырауының дифференциалдық қимасының бұрышқа тәуелді өзгеруінен жалпы заңдылықтың орнатылғанын байқау қиын емес. Осыдан глобальдық потенциал параметрлерінің жиынтығын анықтауда сәтті зерттеулер жасалған жұмыстардың потенциалдарына оның параметризациялау әрекеттеріне анализ жасалды.

^{10}B , ^{12}C , ^{14}N , ^{16}O және ^{20}Ne жеңіл ядролар арасындағы өзара әсерлесудің 5-7 МэВ/нуклон энергиялардағы потенциалдар тәуелділігі оптикалық модель шеңберінде құрылған. Параметризациялау жұмысы көптеген жағдайларда V , W , a - үш параметрлерін қиыстырып келтірілу жолымен түзетілген. Ядролық потенциал Вудс-Саксондық формада таңдалған және қиманың бұрыштық таралуы жақсы сипатталған [1].

Дифференциалдық қималарды талдаумен бірге спин-орбиталдық потенциалды жақсы анықтау үшін талдау деректері енгізілген. Мұнда негізгі күйден бірінші қозған күйге өткен деректер алынған. Нақты потенциал тереңдігі - V_0 , жорамал потенциал - W_{surf} және диффузия параметрлерінің массаға тәуелділігі, әсіресе W_{vol} - көлемдік жұтылу потенциалының энергияға тәуелді өзгерісі көрсетілген [2].

Сан-Пауль түріндегі ядролық тығыздықтарға негізделген бос параметрлердің ең аз санымен, атап айтқанда DF потенциалдар тәсілімен энергия мен массалардың эксперименттік деректерін сипаттау жақсы нәтижеге жеткізеді. Қалыпты және радиалды параметрлері арасындағы күшті корреляцияны анықтады. Бұл бос параметрлер санын азайтуға және нақтылауға мүмкіндік береді [3].

Теориялық бөлігі

Серпімді шашырау үшін феноменологиялық оптикалық потенциал:

$$U(r) = V_c(r) + iW(r) + W(r) \quad (1)$$

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 қимасын келесідей:

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

- амплитуданың квадраты ретінде қабылдауға болады. Ескере кететін жағдай, біздің есептеулерде дифференциалдық қиманың резерфордтық қимаға қатынасы алынды.

Жұмыс барысы

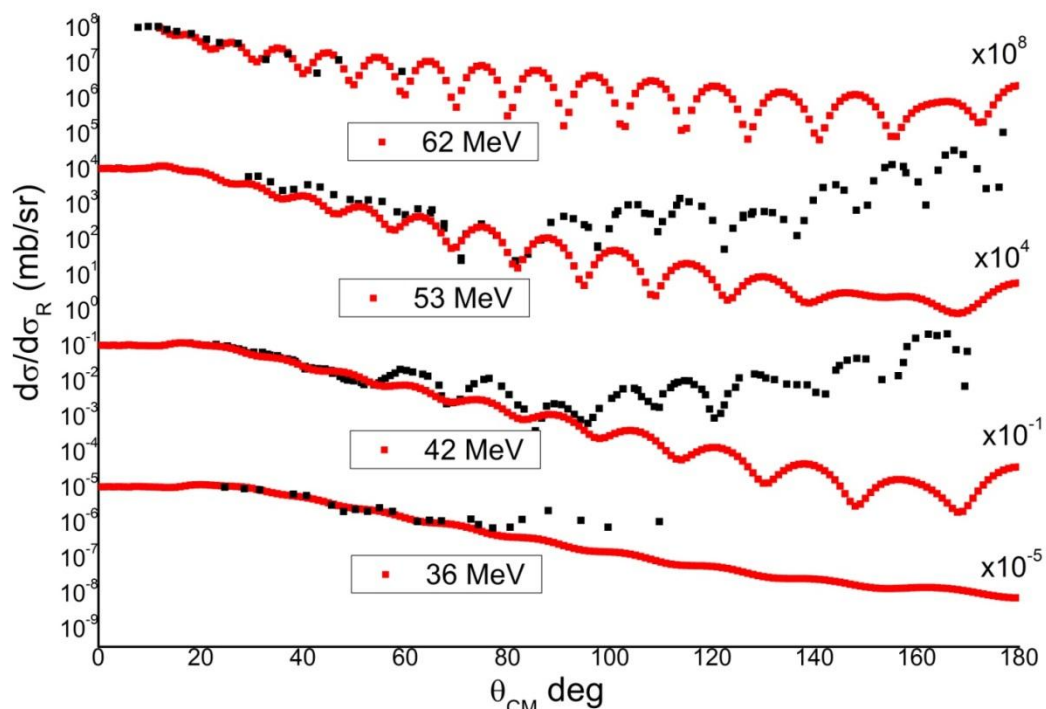
Жұмыста ^{16}O - ионының ^{12}C - ядроғағы серпімді шашырауын зерттеген [3] авторлардың $E_{лаб} = 36, 42, 53, 62$ МэВ энергияларындағы эксперименттік қималары теориялық тұрғыдан салыстырмалы түрде зерттеліп, потенциалдық параметрлеріне талдау жасалды.

$^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$ жүйе үшін серпімді шашыраудың дифференциалдық қималары $E_{лаб} = 36$ МэВ энергияда [2] жұмыста, $E_{лаб} = 42$ МэВ энергияда [1], центр масса $E_{cm} = 22,82$ МэВ яғни зертханалық $E_{лаб} = 53$ МэВ энергияда [1] жұмыста және [2] мақалада $E_{лаб} = 62$ МэВ - де талдау жасалған. Әр энергия үшін оптикалық потенциалдары мен параметрлері Fresco

бағдарламасында оңтайландыру жолымен анықталды. Ортақ потенциалды құру кезінде параметр мәндерді неғұрлым орташа мәндерге келтіру мүмкіндігі берілді.

Ядролық фрагменттер қозғалысының толқындық функциясын анықтау, a - диффузия коэффициенті мен орталық массаға қатысты r - радиустар мәнінде нақты және жорамал потенциалдар теңдеулерін шешу $^{16}\text{O}+^{12}\text{C}$ жүйесі үшін әзірленген Fresco бағдарламасында есептелді [3].

Энергияның артуы бойынша әсерлесу потенциалының бірқалыпты анықталуы дифференциалдық қиманың бұрыштық таралуында анық көрінеді. 1-суретте төменгі энергияда Френель дифракциясы басым, ал одан жоғары энергияда Фрауенгоффер дифракциясы орындалатыны байқалады.



1 – сурет. $^{16}\text{O}+^{12}\text{C}$ жүйесі үшін $E_{\text{лаб}}=36, 42, 53, 62$ МэВ энергиялар кезіндегі серпімді шашыраудың дифференциалдық қимасы

Суретте қара сызықпен $^{16}\text{O}+^{12}\text{C}$ жүйесі үшін [4] авторлардың алған эксперименталдық мәндері, ал қызыл сызықпен Fresco бағдарламасында параметрлерін қиыстыру жолымен алынған теориялық мәндері көрсетілген.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Motobayashi T., Kohno T., Nakajima S. α -Transfer reactions between light nuclei // Nuclear Physics, T. 331, №1, 1979, С. 193-212.
2. Wojowald J., Machner H., Nann H. Elastic deuteron scattering and optical model parameters at energies up to 100 MeV // Physical Review, T. 38, №3, 1988, С. 1153.
3. Понкратенко О.А., Улещенко В.В., Ширма Ю.О. Энергетична залежність розсіяння ядер $^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$ // Ядерна фізика та енергетика, Т. 14, № 3, 2013, С. 239 – 246.
4. Orloff J., Daehnick W.W. Elastic scattering of ^{16}O by ^{48}Ti , ^{40}Ca , ^{27}Al , ^{12}C , ^7Li , and ^6Li // Phys. Rev. T. 3, 1971, P. 430-438.